


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS







ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

VON

L. BUHL, M. v. PETTENKOFER, L. RADLKOFER, C. VOIT,
PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN.

VI. BAND.

MIT 9 KUPFERTAFELN.

MÜNCHEN, 1870.
VERLAG VON R. OLDENBOURG.

INHALT.



Der Typhus in der Kaserne zu Neustift bei Freising.

Von

Dr. Eugen Buxbaum,
Regimentsarzt des 3. Chevaulegers-Regiments.

(Mit Tafel I und II.)

Im Herbste vorigen Jahres trat in der Kaserne zu Neustift bei Freising eine Typhusepidemie auf, welche schon an und für sich durch ihre scharfe Begrenzung auf eines von zwei bewohnten Gebäuden besondere Aufmerksamkeit erregte, welche aber im Zusammenhalt mit einer andern Epidemie, die im Sommer 1865 das andere Gebäude betroffen, noch auffallender erschien.

Beide Epidemieen waren nicht besonders heftig und war namentlich die erste vom Jahre 1865 von sehr kurzer Dauer und von mildem Verlaufe der einzelnen Fälle.

Nicht der grosse Umfang und nicht die Schwere der Erkrankungen also machen diese Epidemieen der Erwähnung würdig, sondern die eigenthümlichen Umstände und Verhältnisse, unter welchen sie verlaufen, mögen ihnen einigen Werth für die Erforschung der Aetiologie des Typhus geben.

Den grössten Werth lege ich aber darauf, dass die Epidemie des vorigen Jahres unter Anleitung des Herrn Professors Dr. von Pettenkofer beobachtet wurde, welcher wiederholt Einsicht von allen Verhältnissen genommen und welcher eine genauere Untersuchung des Bodens sowohl als des Trinkwassers der hiesigen Kaserne veranlasst hat.

Die Untersuchung des Bodens übernahm der kgl. Lycealprofessor Herr Dr. Holzner dahier, die Analyse des Trinkwassers besorgte der kgl. Professor in Weihenstephan, Herr Dr. Lintner.

Die Resultate dieser Untersuchungen folgen meinem Berichte, und ich werde mich daher, wo es nöthig erscheint, nur kurz auf dieselben berufen.

Bevor ich die Epidemieen selbst zu beschreiben suche, ist es wohl nöthig, eine kurze Schilderung der hiesigen Kaserne und ihrer Lage vorauszuschicken, wobei ich, um Wiederholungen zu vermeiden, gleich an das anknüpfe, was Herr Professor Dr. Holzner bezüglich der Lage und Bodenverhältnisse Neustifts der Beschreibung seiner Untersuchungsresultate unten angefügt hat.

Die Kaserne besteht aus zwei Gebäuden, welche, nur wenige Schritte von den Hügeln entfernt, auf einem gegen die Mosach hin sanft abfallenden Boden stehen. (Siehe Tafel I.)

Das eine Gebäude, Altbau genannt, welches wir der Kürze halber mit *A* bezeichnen wollen, hat, die Parterre-Räume abgerechnet, zwei Stockwerke und ist im Viereck erbaut, von welchem die zwei gegen die Mosach hin senkrecht stehenden Flügel über den östlichen Flügel so vorspringen, dass sie hier einen kleinen Garten einschliessen. Der westliche, der Mosach entgegengesetzte Flügel wird von der Kirche gebildet.

Das Viereck umfasst einen mit Kies bedeckten Hof, in dessen Mitte sich ein Brunnen befindet, den wir mit *a* bezeichnen wollen. Vor der Kirchenthüre, welche sich in den südlich gelegenen äussern Hofraum öffnet, steht ein zweiter Brunnen, der hier mit *b* bezeichnet werden soll.

Gegenüber dem Gebäude *A*, durch den äussern Hofraum getrennt, in einer Entfernung von 100 Fuss liegt mosachaufwärts, also südlich von *A*, der sogenannte Neubau, den wir hier *B* nennen. Derselbe ist auch im Viereck erbaut, geht aber über die Mosach hinüber, so dass der südliche Flügel am rechten Ufer dieses Baches liegt.

Die untern Räumlichkeiten dieses Gebäudes *B* sind sämmtlich Ställe, die obern meist Böden für die Fourage; nur der eine gegen den äussern Hofraum Front machende, also nördliche, *A* gegenüber liegende Flügel ist im ersten Stocke zu Wohnräumen benützt.

Die Abtritte lagen bisher in den zwei Gebäuden über der Mosach, so dass die Excremente direkt in dieselbe fallen und von dem Bache rasch fortgeführt werden.

Es sind in keinem der Gebäude Kanäle oder Senkgruben, in welchen Auswurfstoffe irgend einer Art fortgeleitet oder aufbewahrt werden.

Die Mannschaft beider Kaserngebäude nimmt ihr Trink- und Kochwasser aus dem Brunnen *b*, da vor Jahren schon der Brunnen *a* in den Verdacht kam, schlechtes Wasser zu haben, und daher der Gebrauch desselben zum Trinken und Kochen strenge verboten wurde.

Diese beiden Kaserngebäude waren im Jahre 1865 vom 3. Cürassier-Regiment in der Art belegt, dass 2 Escadronen in *A* und eine in *B* wohnte.[1]

Ohne dass im Laufe dieses Jahres besondere Erkrankungen wahrgenommen wurden und ohne dass aussergewöhnliche nachweisbare Einflüsse stattgefunden, traten im August bei der Mannschaft dieses Regiments unerwartet und rasch typhöse Erkrankungen auf. Am 2. August kam der erste Typhuskranke in's Spital; ihm folgten am 5. August vier, am 6. zwölf, am 7. ein, am 8. sieben Mann und am 9. und 25. August sowie am 4. und 5. September je ein Mann.

Im Ganzen erkrankten also damals 29 Mann am Typhus. Hievon gehörten 28 derjenigen Escadron, welche in *B* wohnte, nur einer, der am 4. September zuging, war von den Eskadronen, welche im Gebäude *A* lagen.

Lässt man die drei letzten Fälle vom 25. August und vom 4. und 5. September als ziemlich isolirt stehend ganz ausser Betracht, so haben wir 26 Mann, die von einer Escadron, in demselben Gebäude wohnend, binnen einer Woche am Typhus erkranken, während von denjenigen, welche in dem andern, nur 100 Fuss entfernten Gebäude wohnen, Keiner von dieser Krankheit befallen wird.

Die Bewohner dieser zwei Gebäude sind Soldaten eines und desselben Regiments, stehen daher unter ganz gleichen äusseren Verhältnissen. Sie haben gleiche Beschäftigung, gleiche Strapazen; sie haben eine in Quantität und Qualität ganz gleiche Nahrung; sie

1) Von einer Escadron sind gewöhnlich 120 bis 130 Mann präsent.

haben dasselbe Trinkwasser, welches sie aus einem und demselben Brunnen schöpfen; kurz, sie haben Alle — die, welche in *A*, und die, welche in *B* wohnen, — eine Gleichmässigkeit der Lebensverhältnisse, wie sie nicht gleichmässiger gedacht werden kann.

Und ohne die geringste sichtbare oder nachweisbare Störung dieser Gleichmässigkeit befällt 26 Bewohner von *B* der Typhus, während in *A*, wo die doppelte Anzahl von *B* wohnt, Keiner erkrankt.

Wo kann die Ursache zu dieser merkwürdigen Erscheinung gesucht werden?

Die Erwägung dieser Frage soll, um Wiederholungen zu vermeiden, mit der Betrachtung der Epidemie vom Jahre 1868 verbunden werden.

Hier will ich nur der Anschauungen erwähnen, welche bei den Beobachtern der Epidemie sich damals gebildet. Keinem, der den Verlauf derselben verfolgte, kam es in den Sinn, die Ursache der Krankheit anderswo als in den Localen zu suchen. Ja die Laien waren davon so fest überzeugt, dass sie, als nirgends etwas zu finden war, die Zimmerböden aufrissen, weil sie sicher glaubten, es müsste doch irgendwo in den Wohnungen die Krankheitsursache sichtbar zu machen sein.

Nachdem man nichts entdeckte, begnügte man sich damit, in der Beschaffenheit der Wohnräume die ausreichende Erklärung für den Vorgang zu finden.

Die Zimmer in *B* liegen nämlich über den gewölbten Ställen, sind daher den aus den lezteren strömenden Dünsten ausgesetzt, sind etwas nieder und haben nur nach einer Seite Fenster, wodurch sie schwerer gründlich zu lüften sind. Das Gebäude *A* hat keine Ställe und daher keine Stalldünste, die Zimmer in demselben sind viel höher und besser zu lüften, und scheinen daher, soweit es der Geruchsinn beurtheilen kann, meist reinere und bessere Luft zu haben, als die Zimmer in *B*.

Diese damalige Annahme nun, in den erwähnten Verschiedenheiten den Grund zur Entstehung des Typhus zu suchen, erweist sich schon bei der oberflächlichsten Erwägung als unhaltbar, denn es ist nicht zu erklären, wie dieselben Verhältnisse, welche Jahre lang

keinen Typhus erzeugen, plötzlich während acht Tagen diese Wirkung äussern sollen.

Die Epidemie vom Jahre 1868 hat, wie wir später sehen werden, diesen Irrthum direkt widerlegt.

Zu der Epidemie vom August 1865 sei nur kurz erwähnt, dass die Erkrankungen sämmtlich die Erscheinungen des Abdominal-Typhus, wie er seit Jahren bei uns und namentlich in München beobachtet wird, darboten. Wenn auch einzelne Fälle sehr schwer waren, mit starkem Fieber und heftigen Delirien einhergingen, so war doch der Verlauf im Ganzen ein milder, denn es starb keiner der Erkrankten.

Es möchte, bevor ich zur Beschreibung der Epidemie vom Jahre 1868 übergehe, hier der geeignetste Ort sein, das einzuschalten, was über die früheren Gesundheitsverhältnisse der Bewohner hiesiger Kaserne beobachtet wurde. Es stehen mir hiezu nur die genauen Verzeichnisse vom Jahre 1852 an zu Gebote. Aus diesen ist ersichtlich, dass fast jedes Jahr mehr oder weniger Typhusfälle in hiesiger Garnison sich gezeigt haben, dass aber früher das Wechselfieber in auffallender Weise in der Kaserne geherrscht.

Da die Schwankungen in dem Auftreten der Intermittens, welche an vielen Orten beobachtet wurden, sowie ihr Verhältniss zum Typhus nicht ohne Interesse für die Aetiologie beider Krankheiten zu sein scheinen, so will ich hier die Anzahl der Wechselfieber-Kranken in den verschiedenen Jahren anführen. Zu bemerken ist, dass die Garnison seit 1852 in ihrer Stärke sich so ziemlich gleich geblieben.

Aus der Kaserne kamen in's Militärspital:

im	Jahre	1852	Wechselfieber-Kranke		. 25
„	„	1853	„	„	. 22
„	„	1854	„	„	. 40
„	„	1855	„	„	. 65
„	„	1856	„	„	. 21
„	„	1857	„	„	. 32
„	„	1858	„	„	. 11
„	„	1859	„	„	. 12

im Jahre	1860	Wechselfieber-Kranke	.	13
„ „	1861	„ „	.	12
„ „	1862	„ „	.	6
„ „	1863	„ „	.	10
„ „	1864	„ „	.	5
„ „	1865	„ „	.	7
„ „	1866	„ „	.	3
„ „	1867	„ „	.	4
„ „	1868	„ „	.	2

Man sieht den hohen Stand der Wechselfieber in den Jahren 1854 und 1855, dann ihre bedeutende Abnahme vom Jahre 1858, besonders aber von 1864 an.

Die typhösen Erkrankungen vertheilen sich folgendermaassen auf die verschiedenen Jahre, wobei zu bemerken, dass wenn Todesfälle davon stattgefunden, dieselben jedesmal bezeichnet werden.

Im Jahre	1852	Typhus	4
„ „	1853	„	0
„ „	1854	„	2
„ „	1855	„	2

Vom folgenden Jahre an kann ich neben den Typhuskranken aus unserer Kaserne auch die in Freising und Neustift an Typhus Verstorbenen anführen, wie ich sie aus dem gerichtsärztlichen Sterbe-Register ausgezogen.

Im J.	Garnison:	Typhus			Freising:	
1856		0			2	Tdsf. an Typh.
„ 1857	„	„ 3			„ 5	„ „ „
„ 1858	„	„ 4	mit 1 Todesf.		„ 9	„ „ „
„ 1859	„	„ 3	„ 2	„	„ 2	„ „ „
„ 1860	„	„ 2			„ 8	„ „ „
„ 1861	„	„ 7	„ 2	„	„ 3	„ „ „
„ 1862	„	„ 4			„ 10	„ „ „
„ 1863	„	„ 5	„ 1	„	„ 8	„ „ „
„ 1864	„	„ 6	„ 1	„	„ 7	„ „ „
„ 1865	„	„ 29			„ 13	„ „ „
„ 1866	„	„ 2			„ 3	„ „ „
„ 1867	„	„ 8			„ 7	„ „ „
„ 1868	„	„ 48	„ 3	„	„ 3	„ „ „

Die Zusammenstellung dieser Zahlen bietet dadurch Interesse, dass sie zeigen, wie der Typhus in Stadt und Neustift keinen Zusammenhang mit dem in der Kaserne hat.

Das Jahr 1868 gibt den schlagendsten Beweis hiefür. Im Jahre 1865 möchten die Zahlen etwas Gemeinsames beweisen. Die Garnison hat den hohen Stand von 29 Typhuskranken, die Stadt zeigt die höchste Anzahl von Typhus-Todesfällen. Betrachtet man aber in den Verzeichnissen den Monat der Erkrankungen resp. der Todesfälle, so verringert sich die Zusammengehörigkeit bedeutend; denn danach ist ersichtlich, dass die Stadt von 13 Todten neun vom 1. Januar bis 5. Juni hat, wovon auf den Monat April allein fünf treffen, während in der Garnison der erste Kranke am 2. August zugeht.

Diese Verschiedenheit des zeitlichen Auftretens des Typhus zwischen Stadt und Kaserne in den einzelnen Monaten zeigt sich in allen Jahren in sehr auffallender Weise.

Wenn ich von dem in den Sterberegistern der Stadt eingetragenen Todestag der Typhusfälle nach Buhl einen Monat zurück als Anfang der Erkrankung rechne und zugleich den Zugangstag im Spital als Beginn der Krankheit bei den Bewohnern der Kaserne ansehe, so ergeben sich folgende Zahlen:

Freising mit Neustift hat von 1856—1868, also in 13 Jahren, von 80 Typhusfällen, die tödtlich endeten, 49 im ersten Halbjahr von Januar bis Juni, und die übrigen 31 im zweiten Halbjahr.

Die Kaserne hat in derselben Zeit 121 Typhusfälle, davon 14 im ersten und 107 im zweiten Halbjahr.

Lassen wir hier die beiden Epidemieen, welche in den Herbst fallen, ausser Betracht, so haben wir 44 Typhuskranke, wovon 11 auf Januar bis Juni und 33 auf Juli bis December treffen.

Wenn nun auch dieser Zusammenstellung als Fehler angerechnet werden kann, dass für die eine Seite sämmtliche Erkrankungsfälle und für die andere nur die Todesfälle berücksichtigt werden konnten, so ist doch der Unterschied der Zahlen ein so grosser, dass man berechtigt ist, nachstehende Folgerungen daraus zu ziehen:

Der Typhus in der Stadt tritt vorzugsweise in den Monaten Januar bis Juni, in der Kaserne fast ausschliesslich in den Monaten

Juli bis December auf. Derselbe zeigt sich daher an beiden Orten als zeitlich unabhängig von einander.

Diejenigen Verhältnisse, welche ihn erzeugen, müssen daher in der Stadt vorzugsweise im ersten Halbjahre, in der Kaserne fast ausschliesslich im 2. Halbjahre in Wirksamkeit treten.

Die weiteren Schlüsse, die sich hieraus bezüglich der Aetiologie des Typhus ziehen liessen, sollen mit der allgemeinen Betrachtung der beiden Epidemieen verknüpft werden.

Zur Beschreibung der Epidemie von 1868 übergehend, sei hier erwähnt, dass im Jahre 1867 das 3. Cürassier-Regiment aufgelöst wurde und das 3. Chevaulegers-Regiment, von Dillingen hieher versetzt, Mitte Mai in hiesige Kaserne einrückte. Die zwei Kaserngebäude wurden in derselben Weise wie früher belegt, 2 Escadronen kamen in den Altbau *A*, 1 Escadron in den Neubau *B*.

In diesem Jahre (1867) traten vom Juni an 9 typhöse Erkrankungen auf, welche, ausser ein paar schwereren Fällen, nur milde Formen waren. Von diesen 9 waren 8 Mann aus dem Gebäude *A* und nur einer aus *B*.

Wie für das Jahr 1865 müssen wir hier hervorheben, dass 1868 nicht die geringste nachweisbare Aenderung in den Lebensverhältnissen der Soldaten des Regiments stattgefunden hat. Nachdem bis zum Herbste dieses Jahres keine besonderen Krankheiten zu beobachten waren, trat am 4. September der erste typhöse Fall auf; ihm folgte am 16. September der zweite, am 5. Oktober der dritte. Vom 6. November an folgten sich die typhösen Erkrankungen rascher, so dass von da das Auftreten einer Epidemie constatirt werden konnte. Von diesem Tage bis zum 29. November waren 14 Mann erkrankt. Da jetzt einige Tage kein Zugang erfolgte und da die letzteren Krankheitsfälle leichterer Natur waren, glaubte man die Epidemie in der Abnahme begriffen; allein am 2. Dezember flammte sie sichtlich wieder auf und befiel bis zum 21. desselben Monats 31 Mann. Von da setzte sie aus, bis in den ersten Tagen des Januar 1869 noch vier Nachzügler die ganze Epidemie schlossen.

Vom 4. September 1868 bis zum 12. Januar 1869 hatten im Ganzen 52 Typhus-Erkrankungen stattgefunden.

Von diesen waren 51 von den Escadronen, welche im Gebäude *A*

lagen, und ein einziger, der am 5. Oktober zugegangen, kam aus dem Gebäude *B*, in welchem 1865 die Typhusepidemie geherrscht.

Da es von Interesse ist, den Gang des Typhus und die Vertheilung desselben auf die verschiedenen Zimmer und Stockwerke zu verfolgen, so ist es nöthig, die Belegung des Gebäudes *A* genauer zu schildern, wozu auf beiliegenden Plan (Tafel II) verwiesen wird.

In diesem Gebäude waren zwei Escadronen folgendermaassen vertheilt:

Die 3. Escadron lag im Parterre-Zimmer 13 und in den Zimmern 13, 2, 1, 35 und 34 des ersten Stockes.

Die 4. Escadron bewohnte im zweiten Stocke die Zimmer 13, 14, 8 und 5.

Aus dem Plan ist ersichtlich, dass die Zimmer 13 übereinander in dem gegen die Mosach vorspringenden Theile des nördlichen Flügels liegen, und dass in diesem Flügel ausser diesen Zimmern nur im zweiten Stocke noch Nr. 14, neben 13 gelegen, von Mannschaft belegt ist.

Der südliche Flügel hat im ersten Stocke in dem gegen die Mosach hin liegenden Theile Kanzleien, woran sich dann die Mannschaftszimmer 2, 1, 35 und 34 reihen.

Im zweiten Stocke ist über den Kanzleien Saal 8 und in diesem Flügel noch Nr. 5, welches über Nr. 1 des ersten Stockes liegt, von Mannschaft bewohnt.

Der Typhus beginnt nun:

am 4. September	in Zimmer	13	parterre,	
„ 16. „ folgt einer . . .	aus	13	im zweiten	Stock,
„ 6. November kommt der dritte .	„	13	parterre,	
„ 7. „ „ einer . . .	„	13	im zweiten	Stock,
„ 11. „ folgt einer. . . .	„	13	„ ersten	„
„ 12. und 16. November kommen zwei	„	2	„ „	„
„ 19. „ 23. „ je 2, also 4	„	13	„ zweiten	„
und zugleich einer	„	35	„ ersten	„
„ 25. November einer	„	13	„ „	„
„ 28. und 29. November zwei . . .	„	14	„ zweiten	„
und einer . . .	„	8	„ „	„

Es sind also bis Ende November 16 Mann erkrankt, wovon 10 aus den übereinander gelegenen Zimmern 13 und im Ganzen

12 aus dem nördlichen Flügel kommen, während nur 4 Mann dem südlichen Flügel angehören.

Bis zum 12. November beschränken sich die Erkrankungen nur auf die Zimmer 13.

Betrachtet man die 4. Escadron, d. i. den zweiten Stock allein, so sieht man den Typhus bis zum 28. November auf das Zimmer 13 beschränkt.

Die 51 Erkrankungen vertheilen sich auf die zwei Escadronen und auf die verschiedenen Zimmer wie folgt:

13 parterre . . .	5 Mann	von 32	Bewohnern,
13 des ersten Stockes	4 "	" 33	"
2 " " "	2 "	" 14	"
1 " " "	3 "	" 18	"
35 " " "	1 "	" 12	"

also in Summa 15 Kranke von 109 Mann der 3. Escadron;

13 im zweiten Stock	11 Mann	von 32	Bewohnern,
14 " " "	8 "	" 19	"
8 " " "	10 "	" 40	"
5 " " "	7 "	" 15	"

mithin 36 Kranke von 106 Mann der 4. Escadron.

Es kommen somit aus dem nördlichen Flügel 28 Kranke auf 116 (= 24.1 $^0/_0$) und aus dem südlichen Flügel 23 Kranke auf 99 Mann (= 23.3 $^0/_0$); es besteht somit kein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Flügeln des Gebäudes *A*.

Von dieser Epidemie, sowie von der vom Jahre 1865 sind zwei Vorkommnisse zu verzeichnen, welche ein merkwürdiges Streiflicht auf die Entstehung des Typhus werfen.

Im Jahre 1865 wurden diejenigen Zimmer von *B*, welche die meisten Typhus-Erkrankungen hatten und welche daher am ungesundesten erschienen, geräumt und die Leute aus denselben in das Gebäude *A* in das Zimmer 13 parterre verlegt. Es erkrankten noch ein paar Mann aus diesem Saale, allein es fand nicht die geringste Weiterverbreitung des Typhus auf die andern Bewohner von *A* statt.

Im Jahre 1868 sollten ebenfalls diejenigen Lokale, welche dem Typhus am meisten ausgesetzt schienen, verlassen werden. Es wurde daher die 4. Escadron, welche im zweiten Stock von *A* lag, in das

Gebäude *B* verlegt, nachdem dieses von der 5. Escadron geräumt worden war. Die Mannschaft dieser 5. Escadron wurde in Privatwohnungen in der Nähe der Kaserne einquartiert. Diese Verlegung geschah am 12. Dezember. Zwei Tage darauf bemerkte ich, dass ein grösseres Zimmer von *B* gemeinschaftlich von Leuten der 4. und 5. Escadron belegt war. Es waren nemlich von der 5. Escadron nur so viel Leute ausquartiert worden, als die 4., welche durch den Krankenabgang bedeutend schwächer geworden, zählte. Demzufolge war von der 5. Escadron die Mannschaft in zwei Zimmern ganz und in einem dritten zur Hälfte in *B* zurückgeblieben.

Diejenigen, welche gemeinschaftlich mit Leuten der 4. Escadron in einem Zimmer zwei Tage lang gelegen, wurden auf meinen Antrag noch ausquartiert; die Uebrigen der 5. Escadron verblieben neben der 4. in zwei Zimmern in *B*.

Am 4. Januar marschirte die 4. Escadron nach Fürstenfeldbruck. Sie hatte bis dahin von ihrer Transferirung an nach *B* noch 12 Mann in's Spital geschickt. Am Tage ihres Abmarsches rückte der Theil der 5. Escadron, welcher in den Quartieren Neustifts gelegen, wieder in seine alten, von der 4. Escadron eben verlassenen Wohnungen ein.

Kein Mann dieser Escadron, weder von denen, die in *B* zurückgeblieben, noch von denen, die zwei Tage mit den andern in einem Zimmer gewohnt, noch von denen, die gleich ausquartiert worden, erkrankten am Typhus.

Man sieht, es hilft nichts — kein Verkehr, keine Verlegung; man kann den Typhus nicht ohne weiteres ein- und ausquartieren; es gelingt im Jahre 1865 nicht, ihn nach *A* zu verpflanzen, ebensowenig als man ihn im Jahre 1868 dem Gebäude *B* einimpfen kann.

Lehrreicher als diese Vorgänge könnte gewiss kein Experiment künstlich in Scene gesetzt werden. Obwohl die 4. Escadron, wie schon erwähnt, am 12. December *A* verlassen, wurden doch die 12 Mann, welche von ihr in *B* noch erkrankt, in obiger Zusammenstellung für diejenigen Zimmer von *A* gezählt, in welchen sie vor ihrer Verlegung gewohnt. Man ging hiebei von der Annahme aus, dass diese 12 Mann schon mit der Typhusaffektion nach *B* gekommen.

Alle bis jetzt angeführten Thatsachen lassen es überflüssig erscheinen, die Berechtigung zu dieser Annahme ausführlicher begründen zu sollen.

Von diesen 12 Mann gingen 11 zwischen dem 12. und 21. Dezember zu. Bei ihnen würde die Incubationsdauer bis zu 9 Tagen sich erstrecken. Der letzte kam am 1. Januar in's Spital und würde dadurch wohl eine zu lange Zwischenzeit von Infektion bis zum Ausbruch zeigen. Genauere Nachforschungen haben jedoch ergeben, dass auch hier die Erkrankung vor dem 21. Dezember stattgefunden. Dieser Mann, ein Unteroffizier, hatte nur eine sehr leichte Typhusform und konnte daher, obwohl er sich längere Zeit krank fühlte, den Eintritt in's Spital, welches er wegen Ueberfüllung scheute, hinausschieben.

In klinischer Beziehung ist von dieser Epidemie zu erwähnen, dass sämmtliche Kranke die Erscheinungen des Abdominaltyphus boten, wie im Jahre 1865. Gestorben sind drei, darunter einer mit sehr leichter, milder Erkrankung in Folge eines Unglücksfalls.

Fasst man nun die Thatsachen zusammen, welche bis jetzt ausführlicher geschildert wurden, so sehen wir zwei Typhusepidemieen, von denen die eine im Jahre 1865 ausschliesslich das Gebäude *B*, die andere im Jahre 1868 ebenso das Gebäude *A* befällt.

In beiden Jahren sind keine besonderen Einflüsse, weder auf sämmtliche Bewohner, noch auf einen Theil derselben, nachzuweisen. Die Bewohner der Kaserne sind jedesmal Soldaten eines und desselben Regiments und stehen unter so gleichmässigen Lebensverhältnissen, wie sie nur irgend denkbar sind. Das Trinkwasser, ein beliebtes Auskunftsmittel in der Aetiologie der Krankheit, ist für Alle dasselbe, denn es ist nachweisbare Thatsache, dass die Bewohner der zwei Gebäude, die gesundgebliebenen sowie die erkrankten, ihr Trink- und Kochwasser demselben Brunnen entnommen haben.

Selbst der letzte Rettungsanker, den Typhus in der Verunreinigung des Bodens durch menschliche Excremente zu finden, lässt uns hier im Stich; denn wir haben schon gesehen, dass sämmtliche Abtritte derart über der Mosach errichtet waren, dass die Excremente direkt

in diesen Bach fallen und von ihm unaufhaltsam fortgeführt werden mussten.

Es wurde schon erwähnt, dass man im Jahre 1865 sich mit der Beschaffenheit der Wohnräume zu trösten suchte. Die niedern mit Stalldünsten geschwängerten Zimmer von *B* schienen zur Brutstätte des Typhus ganz geeignet, und wenn man seine Blicke den hohen und luftigen Sälen von *A* zuwandte, fand man es begreiflich, dass diese Räume vom Typhus verschont geblieben.

Das Jahr 1868 brachte die Enttäuschung. Die gesunden Säle hatten ausschliesslich den Typhus, während die im Jahre 1865 für ungesund gehaltenen Zimmer ganz unberührt von dieser Erkrankung sich zeigten.

Der grosse und stete Verkehr zwischen den Bewohnern der zwei Gebäude, die bei jeder Epidemie stattgefundene Verlegung der Leute von dem inficirten in das gesunde Gebäude, ja selbst eine theilweise Zusammenlegung der Mannschaft blieb ohne Einfluss auf den Typhus; er kann nie direkt verschleppt werden und haftet unverrückbar in den befallenen Gebäuden.

Nach diesen Thatsachen ist die Schlussfolgerung fast überflüssig, dass dieses unbekannte x, welches den Typhus hervorgerufen, nur als in den Localen haftend zu denken ist. Wie aber und woher kommt dieses x in die betreffenden Räume?

Es sind hier nur drei Möglichkeiten denkbar. Entweder wurde es durch die Luft in die Gebäude geführt, oder es hatte sich in den Localen selbst gebildet, oder es ist vom Boden her in die Wohnräume gedrungen.

Durch die Luft kann dieses x nicht herbeigebracht worden sein, denn es bliebe unerklärlich, wie auf diese Art nur e i n Gebäude damit versorgt werden soll, während alle andern benachbarten Wohnorte ganz unberührt davon bleiben.

In den Localen selbst kann sich dieses x auch nicht entwickelt haben, denn die Locale erscheinen wohl als Behälter, sie können sogar als Sammelvorrichtungen gedacht werden, aber das x kann, wie die Thatsachen zeigen, weder von den Bewohnern derselben, noch vom Gebäude an sich, noch von seiner Art der Benützung und Behandlung ausgegangen sein, denn in diesen Verhältnissen hatte

sich seit Jahren nicht das Geringste geändert, und sie sind überhaupt nachweisbar und selbstverständlich keine andern, als in den übrigen Gebäuden und Kasernen auch, welche nie von Typhus-Epidemieen befallen werden. Es ist nicht denkbar, dass bei gleichbleibenden Bedingungen in einem Gebäude einmal etwas entsteht und eine Wirkung ausübt, was in andern Gebäuden unter denselben Umständen in vielen Jahren nicht in die Erscheinung tritt. Wo sich eine derartige Wirkung in Gebäuden zeigt, muss nothwendig noch etwas von aussen Hinzugekommenes angenommen werden.

Es bleibt daher nichts übrig als der Boden, von dem ausgehend dieses x in das betreffende Gebäude gekommen sein muss, d. h. die unbefangene Betrachtung derjenigen Thatsachen, welche uns diese Epidemieen geliefert, zwingen uns zu der Annahme, dass die Schädlichkeit, welche den Typhus hervorgerufen, mit dem Boden in irgend einer Weise wesentlich zusammenhängen müsse und von da in die Wohnräume gekommen sei.

Mancher könnte hier einwenden, dass dieses Resultat ihm nicht so besonders wichtig und am Ende kaum der Mühe werth erscheine, zwei verhältnissmässig so kleine Epidemieen derart breitzuschlagen, um zuletzt zu einem Ergebniss zu gelangen, das weder neu, noch merkwürdig erscheint.

Dieser Einwand hätte seine Berechtigung und ich selbst hielte es für überflüssig, weitere Beweise für eine Anschauung zu suchen, welche schon längst ausreichend begründet worden, wenn es nicht so Viele gäbe, welche um jeden Preis die Typhusursache anderswo finden wollen, als in dem Boden. Ja die Sucht, in dem unbedeutendsten Umstande und in der lächerlichsten Kleinigkeit die Veranlassung einer solchen Krankheit zu finden, nimmt immer mehr zu.

Bei der Epidemie von 1868 habe ich in dieser Beziehung selbst eine Erfahrung gemacht. Ein Collega theilte mir das in hiesiger Stadt verbreitete Gerücht mit, dass ein schlechter Kartoffelsalat, von einer marketendernden Unteroffiziersfrau den Soldaten verkauft, die Schuld an der Entstehung des Typhus trage, und fügte bei, dass man diese Sache meiner Beachtung und näheren Untersuchung sehr würdig halte. Obwohl ich es meinen Anschauungen nach unbegreiflich finde, wie ein schlechter Kartoffel den Typhus erzeugen

solle, so habe ich doch, um wenigstens die Thatsache zu constatiren, Nachforschungen hierüber angestellt. Einige Soldaten gaben hiebei an, dass sie einigemal bei einer Frau Kartoffelsalat und Kartoffeln gekauft, welche sie nicht als krank, sondern als schlecht bezeichnen müssen. Sie wären von normaler Farbe, aber seifig und von fadsüsslichem Geschmacke gewesen, wie Kartoffeln, welche bereits dem Froste ausgesetzt gewesen. Andere Soldaten, welche zu gleicher Zeit bei derselben Frau ihre Kartoffeln genommen, bezeichneten dieselben als gut und normalschmeckend. Nun, man sieht, dass im schlimmsten Falle Kartoffeln verzehrt wurden, wie sie oft Millionen Menschen essen, ohne den Typhus zu bekommen. Diese Ansicht, eventuell in einer Kartoffel die Typhusursache zu finden, steht so vereinzelt nicht da und ist nur eine spezielle Erscheinung jener weit verbreiteten Anschauungen, welche den Typhus überall und nirgends finden. Zum Belege hiefür will ich nur eines der beliebtesten neuern pathologischen Werke, Lebert's praktische Medizin,[1] nehmen und einige Sätze aus dessen Aetiologie des Abdominaltyphus anführen: „Schlechte Wohnung, unzureichende Kost, putride, mephitische Emanationen können von entschiedenem Einfluss sein; aber auch eben so entschieden kann sich die Krankheit ohne diese letztern Einflüsse entwickeln etc. Was das von vielen Seiten her angenommene Typhusmiasma betrifft, so ist ein solches allerdings in vielen Fällen anzunehmen, da der Typhus gar häufig unter epidemischen und endemischen Verhältnissen auftritt, wie man sie bei andern miasmatischen Krankheiten wahrnimmt. Indessen sind die Fälle nicht selten, in welchen selbst die sorgfältigste Untersuchung nichts derartiges nachweist, sowie es auch offenbar eine Uebertreibung wäre, einen eigenthümlichen septischen Stoff als Grundursache des Typhus anzunehmen.“

Es liegt klar und bedarf gewiss keines besonderen Beweises, dass jede Erforschung einer Krankheitsursache illusorisch wird, wenn diese ätiologischen Ansichten richtig sind; denn wenn Alles eine Krankheit veranlassen oder auch nicht veranlassen kann, wenn heute eine unzureichende Kost, morgen eine putride Emanation und über-

---

1) Bd. I, S. 146 der 1. Auflage von 1859.

morgen ein specifischer Stoff den Typhus erzeugt, und am vierten Tage alle diese Schädlichkeiten wieder den Typhus nicht erzeugen, dann ist es nie möglich, den Grund zu seiner Entstehung zu finden, und es wäre wohl besser, alle diese Mühe fallen zu lassen und sich um seine Aetiologie gar nicht mehr zu bekümmern.

Wie häufig Ansichten wechselnd hin und her sich bewegen, bald in den Hintergrund treten, bald wieder auftauchen und neue Stärke gewinnen, das sieht man auch in dieser ätiologischen Frage. Schon vor Jahrzehnten wurden diese Anschauungen, wie sie in Lebert vertreten sind, behauptet und bekämpft, und eigentlich können diese letzteren nicht besser und treffender widerlegt werden, als dies schon vor 20 Jahren von Canstatt geschehen ist. Dieser sagt in seiner speciellen Pathologie:[1] „Man hat in sehr verschiedenartigen Schädlichkeiten die Ursache des Typhus erkennen wollen, bald in putriden Emanationen, bald in der Malaria, bald in dem Genusse verdorbenen Trinkwassers, faulender Nahrung oder endlich in atmosphärischen Verhältnissen. Dass jedoch diese Ursachen für sich allein den Typhus nicht erzeugen können, dass noch ein Anderes, was wir nicht kennen (das Typhusgift), mitwirken müsse, geht einfach aus der Betrachtung hervor, dass im gegentheiligen Falle jene ursächlichen Momente die Krankheit unter allen Verhältnissen und jederzeit erzeugen müssten, wogegen die tägliche Erfahrung spricht.“

Wie es nun kommen mag, dass in einer so wichtigen Frage die Ansichten so sehr hin und her schwanken, dass vor 20 Jahren so kurz und einfach bereits wiederlegt ist, was jetzt noch so zahlreiche Anhänger zählt, ist schwer begreiflich. Meiner Ansicht nach liegt der Hauptgrund darin, dass man sich in diesem Punkte nicht klar geworden, ob die Ursache des Typhus in einem specifischen Stoffe, einem sogenannten Typhusgifte, anzunehmen ist oder nicht. In letzterem Falle wird, wie wir schon hervorgehoben, jede Nachforschung überflüssig; denn wo die Ursache in jeder Schädlichkeit beruhen kann, ist es nicht mehr möglich, zu erforschen, in welcher sie im speciellen Falle etwa gelegen sein mag, und wir sind daher

1) Bd. II, S. 520.

gezwungen, das Unergründliche bei Seite liegen zu lassen, um nicht mit vergeblicher Forschung nach demselben unnöthig Arbeit zu verschwenden, und höchstens in die Gefahr zu kommen, die Zahl unserer Irrthümer noch wesentlich zu vermehren.

Kann aber die Ueberzeugung begründet werden, dass die Typhusursache ein specifischer Stoff sein müsse, so wird die Zerfahrenheit unserer ätiologischen Ansichten wesentlich verringert. Wer auch in einem Falle den Beweis zu haben glaubt, dass ein Kartoffel den Typhus verursacht, muss entweder nachweisen, dass in dem Kartoffel dieser specifische Stoff erzeugt werden kann, oder annehmen, dass derselbe nur Träger dieses Stoffes gewesen. Alle werden sich darin einigen müssen, dass vor Allem die Bedingungen und Verhältnisse zu erforschen sind, unter welchen dieser specifische Stoff entsteht.

Es fragt sich nun, können wir überhaupt Anhaltspunkte haben, von welchen aus wir diese Frage von der Existenz eines solchen Stoffes entscheiden können, ohne denselben selbst schon gefunden zu haben?

Mir scheint, dass diese Frage bei unbefangener Erwägung aller Umstände und Verhältnisse, unter welchen der Typhus beobachtet wird, und mit Hinblick auf die Gesetze, die wir sonst in der Natur bereits erkannt haben, zu einer Lösung zu bringen sein muss. Würde man das bestreiten, so müsste man auch die Entscheidung dieser Frage bei andern Krankheitsformen, wo sie allgemein als unbestritten angenommen wurde, bezweifeln.

Betrachte man nur den Typhus im Allgemeinen in seinem Auftreten. In einer Gegend ist er heimisch, in einer andern wird er nie gefunden, ohne dass besondere Unterschiede in den Lebensverhältnissen ihrer Bewohner nachzuweisen sind. Wie unterscheidet sich München, wo er seit Jahrzehnten sich eingebürgert, von andern Städten Bayerns, in denen er selten oder nur vereinzelt zu sehen ist?

Da, wo er heimisch geworden, tritt er in einzelnen Jahren fast verschwindend zurück, in andern wächst er zu gewaltigen Epidemieen heran, ohne dass nachweisbare entsprechende Aenderungen in den Einflüssen dieser verschiedenen Jahre stattgefunden, soweit diese

von Lebens-, Wohnungs-, Beschäftigungs- oder Ernährungsverhältnissen kommen könnten.

Das grösste Elend, Mangel an Nahrung, Kleidung, Wohnung, an Allem, was zu den Lebensbedingungen gehört, wirkt oft lange auf ganze Massen oder auf Einzelne ein, ohne dass der Typhus entsteht, und ebenso tritt er oft auf, ohne dass solche Einflüsse vorausgegangen sind. Mir selbst ist kein Typhusfall zur Beobachtung gekommen, bei dem ich den Eindruck bekommen, oder nur zu der Meinung hätte veranlasst werden können, dass durch die Einwirkung solcher Schädlichkeiten derselbe entstanden wäre.

Wie sind alle diese Erscheinungen nur annähernd zu erklären, wenn man für den Typhus keinen specifischen Krankheitsstoff annimmt? Wie lassen sich ohne diesen die beiden Epidemieen erklären, welche oben beschrieben wurden?

Betrachten wir zu gleicher Zeit die Gesetze, die überall in der Natur wirken. Sehen wir, wie Alles im innigsten Zusammenhang und in genauester Wechselwirkung steht, wie eine bestimmte Einwirkung, d. h. der gleiche Reiz unter gleichen Verhältnissen einwirkend, stets gleiche Wirkung hat, und wie wir umgekehrt bei Erscheinungen, die nach allen Richtungen sich gleich bleiben, daraus schliessen können, dass die Bedingungen zu ihrer Entstehung jedesmal dieselben gewesen. Die kleinsten Vorgänge in der Natur geben uns Beispiele hiefür. Wie verschieden sind nicht die Gallen, welche von zwei verschiedenen Gallwespen auf einer und derselben Pflanze hervorgerufen werden. Die *Cynips longiventris* bewirkt erbsengrosse roth und gelb bebänderte, die *Cynips Malpighii* linsenförmige, feinbehaarte Gallen auf den Eichenblättern. Zwei verschiedene Gallwespen werden an einem und demselben Blatte stets zwei verschiedene Gallen erzeugen. Wir sehen hier, dass die geringste Verschiedenheit des specifischen Reizes trotz des gleichen Substrats stets verschiedene Wirkung hervorbringt. Wenn aber dem auch nicht so wäre, wäre eine Naturforschung unmöglich geworden. Wenn hundert verschiedene Ursachen die gleiche Wirkung erzeugen könnten, wären wir ja nie im Stande, von der Wirkung auf die Ursache zu schliessen.

Dieselbe Gesetzmässigkeit muss nun auch bei den krankhaften Vorgängen des menschlichen Organismus angenommen werden, und

ist auch sehr häufig nicht bezweifelt worden. Canstatt sagt deswegen sehr treffend: „Indem ich die Hypothese der Existenz eines eigenthümlichen Typhusgifts annehme, erkenne ich nur die Nothwendigkeit der Voraussetzung einer bestimmten Ursache zur Erklärung bestimmter Wirkungen an, und bin weit entfernt, vor der Hand mit diesem Worte etwas Anderes als einen willkürlichen Ausdruck für ein unbekanntes, nur durch seine Wirkungen sich offenbarendes *Ens* geben zu wollen."

Bei einer Reihe von Krankheiten nimmt man diese Gesetzmässigkeit in dem Zusammenhang von Ursache und Wirkung unbestritten hin. Zum Beispiel bei der Intermittens herrscht über die Aetiologie kein Streit. Niemand lässt sie von mangelhafter Nahrung, verunreinigtem Trinkwasser, viel Sorgen etc. entstehen, jeder glaubt, dass ein specifisches Etwas, welches unter gewissen Bodenverhältnissen sich bildet und das wir meist Malaria nennen, diese Krankheit veranlasst. Nun steht der Typhus dieser Krankheit doch nicht so ganz ferne. Die Erfahrung lehrt, dass er häufig und in vielen Gegenden, wo das Wechselfieber geherrscht, diesem nachfolgt. Man sieht dann öfters den Typhus anfänglich unter der Form von Intermittens auftreten, so dass man vorübergehend zu einer falschen Diagnose verleitet wird, was mir und vielleicht auch Andern schon begegnet ist.

Nimmt man nun diese Aufeinanderfolge, diesen Zusammenhang in der Entstehung und hiebei die Thatsache, dass bei beiden Krankheiten Anschwellung und krankhafte Veränderung der Milz eine constante Erscheinung ist, so kann man sich zu der Annahme berechtigt halten, dass diese zwei Krankheiten doch irgendwie gemeinsame Berührungspunkte haben, und jedenfalls einander nicht so entgegengesetzt sind, dass ihre Entstehungsweise eine total verschiedene sein könnte.

Es ist mir überhaupt ganz unerklärlich, warum man auf einmal beim Typhus angenommen hat, dass die heterogensten Schädlichkeiten ihn veranlassen können. Nichts in seinem Auftreten im Ganzen, Nichts in seiner Erscheinung und seinem Verlaufe am befallenen Individuum, Nichts in seinem Vergleiche mit andern Erkrankungen spricht für eine solche Annahme, im Gegentheile Alles

nur dagegen. Nach dem Erörterten, glaube ich, hat man ein Recht, zu behaupten, dass die Ursache des Typhus eine specifische sein müsse, und dass diejenigen, welche das läugnen und bestreiten wollen, verpflichtet sind, ihren Beweis von der Nichtexistenz dieses specifischen Stoffes zu liefern. Es wäre das, wie schon oben erwähnt wurde, ein grosser Fortschritt auf dem Wege zur Erforschung der Typhusursache, wenn man sich einmal darüber geeinigt hätte, dass diese Ursache eine specifische sein müsse, und dass man sie nicht überall suchen kann und darf.

Das ist eben der Werth unserer zwei geschilderten Epidemieen, dass bei ihnen so klar und unwiderleglich jede Schädlichkeit ausgeschlossen ist, an die man so gerne den Typhus anknüpft.

So namentlich das Trinkwasser, mit dem man so gerne und häufig die Epidemieen in Verbindung gebracht. Denn schon in grauen Zeiten haben die Menschen, so oft sie von Seuchen erschreckt wurden, den dämonischen Bringer derselben in den Brunnen gesucht. War es Folge jenes mystischen Zuges, der dem Menschengeschlechte eigen und der sie den dunkeln Tiefen der Erde und dem denselben entströmenden beweglichen Nass zugeführt, um hier die Quelle der Krankheiten zu finden, oder war es ein dunkler Zug der Wahrheit, der ihre Blicke dem Boden als Brutstätte der Seuchen zugewendet, — wir wissen es nicht; aber sicher ist es, dass die Menschen fest an diesem Glauben hingen und selbst absichtliche Vergiftung der Brunnen annahmen, wenn es ihnen doch zu unerklärlich erschienen, warum die Wasser, die Jahre lang ihnen gesundes Getränke gewesen, plötzlich todtbringendes Gift geworden sein sollen.

Und mit derselben Hartnäckigkeit, mit welcher der Volksglaube dieser Meinung angehangen, haben die Vertreter der Wissenschaft dem Trinkwasser die krankmachende Eigenschaft zugeschrieben. Sie haben dem Wasser erlaubt, ein gewisses Maass von organischen Stoffen zu führen, und was über diese angenommene Norm hinaus war, das trug den Pesthauch in sich. Untersuchte man an einem Orte, der von einer Epidemie heimgesucht wurde, das Wasser und fand man die gewisse Procentzahl organischer Stoffe, dann war man beruhigt, das Gesuchte wirklich gefunden zu haben.

An hundert andern Orten, welche keine Epidemie hatten, ward das Wasser nicht untersucht, sonst hätte man vielleicht gefunden, dass diese gesunden Orte höhere Procente organischer Stoffe in ihrem Wasser zeigten, als die von Krankheiten heimgesuchten. Die Wissenschaft hatte gleichsam, auf dem vorgefundenen Glauben fussend, denselben als richtig vorausgesetzt und nur Thatsachen gesammelt, welche denselben stützen sollten. Sie war wie der Volksglaube von den Brunnen nicht wegzubringen, sie wollte durchaus das Gift darin finden, das bald Cholera, bald Typhus im menschlichen Körper erzeugen soll.

Wie seit Jahren die Furcht vor der Wasserscheu in epidemischer Weise Orte und Gegenden durchwandert, so hat oft eine endemische Scheu vor dem Wassser geherrscht. In München habe ich es selbst erlebt, dass die Furcht vor dem Wasser zu einer krankhaften Höhe gesteigert worden. Die natürliche Abneigung des bajuvarischen Volksstammes vor dem Fluidum, welches so häufig sein nationales Lieblings-Getränk nachträglich verdünnt, war durch die Triumphe der Gelehrten, welche hier den Typhuskeim gewittert, zum leidenschaftlichsten Hasse geworden. Alles nahm Theil an diesem gerechten Zorne. Jeder Fremde, der nach Neu-Athen pilgerte, fasste den festen Vorsatz, dort keinen Tropfen Wasser zu schlürfen. Wie viele Münchener blicken mit Befriedigung auf ihren Leib, dessen strotzende Gesundheit sie der Festigkeit zu verdanken glauben, mit der sie sich stets des Wassergenusses enthalten.

Diese Wasserfurcht hat bei den eben beschriebenen Epidemieen keine Stütze gefunden.

Es wurde schon erwähnt, dass der Gebrauch des Wassers aus dem Brunnen *a* verboten war. Ich kenne den Grund dieses Verbotes nicht bestimmt; wahrscheinlich glaubte man, dass der inmitten des bewohnten Vierecks gelegene Brunnen eher schlechtes Wasser haben werde. Durch eine eigne Ironie des Schicksals ist das reinere Wasser verboten worden; denn die nachfolgenden Untersuchungs-Resultate der Herren Professoren Dr. Holzner und Dr. Lintner weisen nach, dass der Brunnen *b* unreineres Wasser hat. Aus diesem Brunnen tranken dem Gebote gemäss sämmtliche Soldaten der beiden Kaserngebäude; doch gewiss Beweis genug,

dass das Trinkwasser in diesem Falle die Ursache der Epidemie nicht gewesen sein kann.

Ich bin überhaupt fest überzeugt, dass man, wenn die Untersuchung des Trinkwassers nicht so umständlich und es möglich wäre, leichter zahlreiche und oft wiederholte Wasser-Analysen zu erhalten, mit Staunen wahrnehmen würde, welche Massen organischer Stoffe die Menschen in demselben schlucken, ohne Schaden zu erleiden.

Ich habe fast 10 Jahre in einer Gegend praktizirt, in welcher das Trinkwasser allen Umständen nach, ohne dass ich es wohl durch Analysen begründen kann, stets sehr verunreinigt sein muss. Es ist das die Gegend um Eichstätt, welche in Folge ihrer geognostischen Verhältnisse höchst wasserarm ist. Am meisten ist das auf dem nördlich von Eichstätt gelegenen Höhenzuge der Fall. Dieser, wie die ganze dortige Gegend, vom weissen Jura gebildet, dehnt sich viele Stunden als eine wellenförmige Hochebene aus, auf der weder Bach noch Quelle zu finden. Denn da die Ackerkrume bald mehr bald weniger tief unmittelbar auf Kalkgestein, entweder Kalkschiefer, Dolomit oder Kalkfelsen, aufliegt, so verschwinden die atmosphärischen Niederschläge hier spurlos durch die zahllosen Klüfte dieser Kalkgesteine in die Tiefe, um dann in einem nahen oder ferneren Thale als ständige oder periodische Quelle wieder an den Tag zu treten. Man sieht auf diesem Plateau auch zahlreiche trichterförmige Vertiefungen mitten in den Aeckern oder im Walde, welche, an einem relativ tieferen Punkte gelegen, alles Regenwasser von ihrer Umgebung sammeln und dasselbe sprudelnd in die Tiefe führen. Es gibt daher in dieser Gegend nicht nur keine Quellen und Bäche, sondern auch keine Brunnen. Manchmal ist in einer Mulde etwas Thon eingeschwemmt und hat eine undurchlassende Schichte gebildet. Hier findet man dann einen Brunnen mit ein paar Schuh Wasser, der meist im Privatbesitz und mit einem Schlosse versperrt ist, um seine geringe Quantität Wasser dem Besitzer oder den Berechtigten zu erhalten. Diese wenigen Fälle abgerechnet, müssen alle Bewohner ihr Wasser sich dadurch verschaffen, dass sie das Regenwasser von den Dachrinnen in Cisternen sammeln.

In einer Geschichte der Stadt und des Bezirksamts Eichstätt von Distrikts-Schulinspektor und Pfarrer Hotter in Wachenzell heisst es in dieser Beziehung Seite 128: „Die Bewohner sind an das Himmelswasser, an die Dachtraufe angewiesen, was man Spatzenwasser nennt, weil die frechen Spatzen auch sich die Freiheit nehmen, aus der Dachrinne zu trinken. Uebrigens ist dieses Wasser, wenn zuweilen Salz und Asche in den Brunnen geworfen wird, schmackhaft und jedenfalls gesünder als ein anderes, das Salpeter oder Schwefel oder Eisen führt."

Man sieht, der Verfasser gibt hier die Meinung der dortigen Bewohner wieder, welche ihr Spatzenwasser für gesünder halten, als das der gewöhnlichen Quellen. Weil sie nämlich seit langer Zeit beobachtet haben, dass sie vielen Krankheiten nicht ausgesetzt sind, welchen die Bewohner anderer Gegenden unterliegen, so haben sie mit demselben Rechte, mit welchem diese glauben, den Krankheitsstoff in ihrem Trinkwasser zu bekommen, die Meinung gefasst, dass sie aus ihren Cisternen die Gesundheit schöpfen.

Dass dieses Spatzenwasser aber nicht arm an organischen Stoffen sein kann, ist ohne genaue Analyse anzunehmen. Denn Regenwasser, von den Dachrinnen in seichtgegrabenen Cisternen gesammelt, und hier oft in trocknen Sommern oder kalten Wintern Monate lang aufgespeichert, muss wohl reich an organischen Stoffen werden. Es wimmelt auch gewöhnlich von allerlei kleinen, schon dem blossen Auge sichtbaren Thieren, und muss auch deswegen öfters mit Salz und Asche vermischt werden, um das Uebermaass des organischen Lebens etwas zu mindern. Und doch wird nicht leicht eine Gegend mehr von jenen sogenannten Infections-Krankheiten verschont sein, als jener Höhenrücken. Ich habe während einer zehnjährigen Praxis dort ausser katarrhalisch-rheumatischen und entzündlichen Krankheiten keine acuten Erkrankungen, nie einen Typhusfall beobachtet. Das Wechselfieber, welches ich in den Jahren 1856—59 bei den Bewohnern im Altmühlthal selbst sehr häufig zu behandeln bekam, habe ich auf jenem Plateau nie gesehen. Das merkwürdigste Beispiel aber von dem unschädlichen Genuss eines an organischen Stoffen reichen Trinkwassers ist das sogenannte Schwarzwasser, welches in der erwähnten Gegend dem

Vieh, namentlich dem Hornvieh, gereicht wird, um das Spatzenwasser zum Gebrauch für die Menschen zu sparen. Dieses Schwarzwasser wird dadurch gewonnen, dass an einer oder an mehreren tiefer gelegenen Stellen des Dorfes das Regenwasser, welches überallhin von Wegen, Miststätten u. dgl. zusammenströmt, gesammelt wird. Hier auf diesem künstlichen schwarzen See tummeln sich dann das ganze Jahr die Enten und Gänse des Dorfes, wälzen und baden sich die Schweine, und werden die Thiere zur Tränke gebracht. Die Herren Professoren Dr. Holzner und Dr. Lintner hatten, die Güte, die Probe eines solchen Wassers einer mikroskopischen, beziehungsweise chemischen Untersuchung zu unterwerfen, und das Resultat derselben meinem Berichte nachfolgend bekannt zu geben. Die Wasserprobe selbst erhielt ich auf meine Bitte vom Herrn Distrikts-Schulinspektor und k. Pfarrer Hotter in Wachenzell, der mir hiezu Nachfolgendes brieflich mittheilte:

„Das hiesige (Wachenzeller) Schwarzwasser-Reservoir liegt fast mitten im Orte, ist eine geräumige Hülle, See genannt, die durch Regenwasser gespeist wird. Da sämmtliche Düngerstätten frei und offen daliegen, so nimmt nicht blos ein heftiger Regen die Jauche in den See mit, sondern dieselbe fliesst fast beständig, bis es allzu trocken wird, dahin ab, wesshalb der See in seinem Wasser die Farbe und Qualität erhält, wie ich Proben sandte. Ich bemerke, dass im Augenblicke und zumal bei längerer Trockne das Wasser viel dicker ist, als das gesendete. Aus diesem See trinkt nun täglich das Hornvieh, in demselben schwimmen das ganze Jahr Enten und Gänse, und werden darin die Pferde geschwemmt, folglich je weniger Zufluss bei trockner Witterung, desto inhaltsreicher das Schwarzwasser.

„Das Hornvieh, welches nur weisses Wasser gewohnt war, wenn es hieher kömmt, sträubt sich anfangs gegen das Schwarzwasser, dann aber nährt es sich viel lieber von demselben, als von reinem Brunnenwasser. Von letzterem werden nur die Pferde getränkt, die aber auch bei Wassermangel mit Seewasser sich begnügen. Alle die Thiere, welche dieses Wasser geniessen, sind vollkommen gesund, ja die Bauern behaupten sogar, dieses Wasser sei für dieselben gesünder, als reines Wasser. Von Thierkrankheiten ist hier

und in der Umgebung nichts bekannt. Und doch ist dieses Schwarzwasser mit Odel getränkt, wie hier, auf unserm ganzen Berge, dem von Schernfeld bis Enkering, ebenso auf dem Irfersdorfer Berge von Kipfenberg bis Beilngries der alleinige Trank für die Thiere; denn die genannten Bergrücken haben kein aufgehendes Wasser, sind nur auf die Dachtraufe angewiesen, und überall ist der sogenannte See in jedem Dorfe, wie hier, der allgemeine Wasserbehälter. Ein Bauer in Sornhüll hatte einen solchen unmittelbar zwischen Stall und Düngerhaufen, tränkte allein seine Thiere daraus, und diese erfreuten sich stets der besten Gesundheit. Als ich einigen Bauern erzählte, dass ich solches Wasser zur Untersuchung absenden wolle, weil selbst gelehrte Chemiker an die Unschädlichkeit desselben nicht glaubten, antworteten dieselben nur mit einem höhnischen Lächeln, als ob über das Zweifel sein könnte, was sich nach ihren Begriffen von selbst versteht.“

Diese Mittheilungen des Herrn Pfarrers Hotter kann ich aus vieljährigen Erfahrungen bestätigen. Ich habe oft mit Staunen diese Schmutzwasser und daneben das gesunde kräftige Rindvieh betrachtet, welches mit Wohlbehagen diese Flüssigkeit schlürft, die den Augen der dortigen Bewohner als Kraftbrühe erscheint. Ich kann mich erinnern, dass ich in Seuversholz bei einem wohlhabenden Bauer einen Brunnen neben der Dungstätte gesehen habe, der mir nach seiner Lage und nach der Flüssigkeit, die er enthielt, bestimmt schien, die Jauche aus einem eigenen Jauchebehälter zu gewinnen. Da ich die Vernachlässigung der Jauche von Seite der dortigen Bauern kannte, war ich hierüber sehr erstaunt und sprach auch dem Besitzer meine Anerkennung darüber aus, dass er eine so löbliche Ausnahme mache und seine Jauche doch für die Felder sammle. Anfangs verstand er mich nicht, als er mich aber begriffen, versicherte er mit dem gewöhnlichen pfiffigen Lächeln der Bauern, dass diese vermeintliche Jauche besser zu verwerthen sei, denn er schöpfe sie zum Getränke für sein Vieh.

Wenn man nun den Befund der mikroskopischen und chemischen Untersuchung dieses Wassers und diese Masse organischer Stoffe, welche dasselbe enthält, betrachtet, und zugleich die Thatsache erwägt, dass gewiss schon hunderte von Jahren dieses Wasser von

den Thieren des erwähnten Landstriches genossen wird, und dass diese Thiere dabei nicht nur nicht erkranken, sondern sogar einer ausnahmsweise guten Gesundheit sich erfreuen, so wird man schwer der bisherigen Annahme ferner huldigen können, dass ein Trinkwasser, welches in einem Liter 80—100 Milligramm organischer Stoffe enthält, den Menschen schädlich werden müsse.

Und indem dieses Schwarzwasser den Beweis liefert, dass ein Trinkwasser alles Mögliche enthalten kann, was wir bis jetzt für schädlich erachtet haben, ohne in dem thierischen Organismus Krankheiten hervorzurufen, so berechtigt es auch zu dem Schlusse, dass ein specifischer Stoff vorhanden sein muss, um eine Krankheit zu erzeugen, und dass also ein Trinkwasser nur die Ursache von Krankheiten werden kann, wenn es einen solchen specifischen Stoff enthält. Die Erfahrung aber, dass dieses Schwarzwasser nie Krankheiten erzeugt, beweist zugleich, dass selbst die höchste Verunreinigung eines Wassers mit stickstoffhaltigen Stoffen verschiedenster Art nicht im Stande ist, einen specifischen Krankheitsstoff zu erzeugen, und dass auch hiezu ein specifischer Same gehört.

Zugleich beweist dieser kleine Landstrich, auf welchem Menschen und Thiere auffallend schlechtes Trinkwasser geniessen und zugleich vorzugsweise von gewissen Krankheiten befreit sind, dass das Wasser der Boden nicht ist, in welchem diese Krankheitsstoffe gedeihen. Je unbefangener die Thatsachen von allen Seiten beobachtet werden, desto mehr befestigt sich die Ueberzeugung, dass wir von lange her mit unserm Trinkwasser in irrigen Vorstellungen und grossen Vorurtheilen befangen waren.

Wenn wir nun zum Schlusse zusammenfassen, was die zwei eben beschriebenen Typhusepidemieen in der Kaserne zu Neustift Thatsächliches zur Erforschung der Aetiologie des Typhus geliefert, so haben dieselben Folgendes ergeben:

Vor Allem haben sie den bestimmten Beweis geliefert:

1) dass das Trinkwasser die Erkrankungen nicht hervorgerufen haben kann, da bei jeder Epidemie nur immer die Bewohner des einen Gebäudes erkrankt sind, während sämmtliche Bewohner beider Gebäude ihr Trinkwasser aus demselben Brunnen genommen;

2) dass die Verunreinigung des Bodens durch die menschlichen Auswurfstoffe hier die Ursache des Typhus nicht sein konnte, weil diese Stoffe direkt in ein fliessendes Wasser kamen, welches dieselben mit sich fortführt;

3) dass die verschiedenen Schädlichkeiten, wie schlechte, verdorbene oder mangelhafte Nahrung, schlechte, überfüllte Wohnräume, grosse Anstrengungen und Ermüdungen, deprimirende Einflüsse auf das Seelenleben, welche Schädlichkeiten so häufig als Ursache des Typhus bezeichnet werden, hier diese Rolle auch nicht gespielt haben können, weil nachgewiesen ist, dass solche nachtheilige Einflüsse nicht stattgefunden haben, und dass dieselben auch — vorausgesetzt, sie hätten bestanden — einer solchen Wirkung nicht bezichtigt werden können, weil von diesen Schädlichkeiten Alle hätten gleich betroffen werden müssen, während doch nur der in dem einen Gebäude wohnende Theil erkrankt ist.

Bei diesen bestimmten negativen Resultaten, welche immer werthvoll sind, weil sie vielgeglaubten irrigen Anschauungen entgegentreten, und allmälig den rechten Weg zu betreten zwingen, welcher zu wirklichen Entdeckungen führen muss, haben diese Epidemieen in positiver Weise auf die Existenz eines specifischen typhuserzeugenden Stoffes und dessen Entstehung aus dem Boden hingewiesen.

Indem schon die Zusammenstellung der einzelnen Typhusfälle von Freising, Neustift und Kaserne, wie sie seit 13 Jahren beobachtet wurden, dargethan hat, dass diese Typhuserkrankungen in keinem Zusammenhang mit einander stehen, und dass also der rege Verkehr, in dem die Soldaten mit den Bewohnern der Stadt stehen, keinen Einfluss auf die Entstehung dieser Krankheit geübt, so ist dasselbe in der Kaserne selbst noch schlagender bewiesen. Die scharfe Begrenzung der Epidemie auf eines der beiden bewohnten Gebäude, trotz dem vielfachen Verkehr, der ja bei den Soldaten eines und desselben Regiments nicht besonders nachgewiesen zu werden braucht, trotz der Verlegungen, wie sie während der Epidemie selbst stattgefunden, beweist doch unwiderlegbar, dass der

ansteckende Typhusstoff nicht direkt auf oder in dem Menschen gebildet und wieder auf andere Menschen übertragen werden kann.

Dieselbe scharfe Begrenzung der Epidemie hat bei dem Ausschluss jeder andern Möglichkeit dargethan, dass dieser Typhusstoff nur von dem Boden in das betroffene Gebäude gekommen sein kann.

Das sind die Folgerungen, die man bei der unbefangenen Beobachtung dieser Epidemieen ziehen kann, und dadurch sind dieselben, wie ich schon am Anfang erwähnt, trotz ihrer sonstigen Geringfügigkeit, von Interesse, weil sie durch ein glückliches Zusammentreffen aller Umstände einen klaren Einblick in die Entstehung und den Verlauf des Typhus gestattet.

Absichtlich wurde bei der Betrachtung dieser Epidemieen jeder Hinweis auf die neueren Forschungen vermieden, und nur auf das hingewiesen, was aus ihnen selbst zu schliessen war.

Dass sie eine glänzende Bestätigung für die Pettenkofer'schen Anschauungen lieferten, und nachwiesen, wie richtig der Weg ist, den uns dieser Forscher zur Entdeckung der Ursachen dieser Erkrankungen gezeigt, was in so schlagender Weise auch schon die Arbeiten von Buhl und Seidel über die Frequenz des Abdominaltyphus in München dargethan hatten, — das brauche ich nicht ausführlicher zu erwähnen; die geschilderten Thatsachen reden hier am besten.

Ueber Trinkwasser und Boden der Cavallerie-Kaserne zu Neustift.

Von

Dr. Lintner und **Dr. Gg. Holzner.**

Das vom Herrn Regiments-Arzte Dr. Buxbaum oben beschriebene lokalisirte Auftreten des Typhus im Gebäude *A* der Kaserne in Neustift gab Veranlassung zur Untersuchung des Brunnenwassers und der Bodenverhältnisse, deren Resultate hier in Kürze mitgetheilt werden.

I. Untersuchung des Brunnenwassers.

1. Chemische Untersuchung von Prof. Dr. Lintner in Weihenstephan.

a) Wasser vom Brunnen *a* im Hofe:

1 Liter hinterliess bei 110° C. getrockneten Rückstand 0,485 Grm.
In diesem waren enthalten: organische Substanzen 0,137 Grm.
anorganische „ 0,348 „
Von den anorganischen Substanzen waren nach dem Glühen
in Wasser löslich . . . . 0,191 Grm.
in Salzsäure löslich . . . . . . 0,157 „
1 Liter enthielt 0,0153 Grm. Chlor.

b) Wasser vom Brunnen *b* bei der Kirche:

1 Liter hinterliess bei 110° C. getrockneten Rückstand 0,560 Grm.
In diesem waren enthalten: organische Substanzen 0,157 Grm.
anorganische „ 0,403 „

Von den anorganisschen Substanzen waren nach dem Glühen

in Wasser löslich . . . . . 0,172 Grm.

in Salzsäure löslich . . . . 0,231 „

1 Liter enthielt 0,0165 Grm. Chlor.

2. Mikroskopische Untersuchung von Prof. Dr. Gg. Holzner in Freising.

Der Grund beider Brunnen enthält meist Körner von Quarz und kohlensaurem Kalk, letztere in geringerer Menge. Dazwischen finden sich gelbbraune Körnchen, unlöslich in Salzsäure. Thon ist im Boden beider Brunnen nur in geringer Menge vorhanden, und zwar enthält der Boden des im Hofe des östlichen Gebäudes gelegenen Brunnens noch weniger als der vor der Kirche befindliche.

Die Menge der im Boden beider Brunnen gefundenen organischen Substanzen ist verhältnissmässig sehr gering, so dass vielleicht selten Brunnen für Trinkwasser so wenig organische Stoffe in ihren Böden enthalten dürften. Im Allgemeinen wurde gefunden:

1) faulende Holztheile mit braunen Sporen;
2) stark verfaultes Holz, von braunen Pilzfäden durchwachsen;
3) keimende Pilzsporen;
4) Haare einer Pflanze (wahrscheinlich einer Boraginee oder Labiate);
5) Epidermiszellen eines Grases;
6) Epidermiszellen anderer Pflanzen;
7) eine sehr kleinzellige, chlorophylllose Alge, wahrscheinlich Palmella flocculosa. Radlkofer.

In dem vom Niveau des Brunnens im Hofe genommenen Wasser wurde gefunden:

1) eine todte Milbe von rundlichem Umrisse;
2) eine lebende längliche Milbe;
3) Wollhaare;
4) Flügelschuppen eines Schmetterlinges;
5) Bastfasern.

Bei länger fortgesetzter Untersuchung würden gewiss noch mehrere Arten organischer Stoffe gefunden worden sein; allein die

verhältnissmässig ausserordentlich geringe Menge derselben liess nicht erwarten, dass es gelingen werde, einen Stoff zu finden, welcher besondere Beachtung verdienen würde, d. h. welcher geeignet wäre, das Wasser zu verschlechtern oder der Gesundheit nachtheilig zu machen.

II. Lage, Bodenverhältnisse und Klima.

Neustift ist ein Dorf mit circa 2000 Einwohnern in unmittelbarer Fortsetzung der Stadt Freising (7000 Einwohner), von West nach Ost gelegen. Nahe am östlichen Ende des Dorfes befindet sich die Kaserne, früher ein Kloster. Von hier aus zieht sich ein Theil des Dorfes (Krotenau genannt) nördlich.

Die Stadt Freising (nebst Neustift) liegt 1370 Par. Fuss über dem Meere am südlichen Rande der Hügelreihe, welche das Amperthal von der grossen Ebene des südbayerischen Hochlandes scheidet, und deren südliche Ausläufer hier die zwei isolirten Hügel Domberg (1464 Par. F. absolute Höhe) und Weihenstephanberg (1515′) bilden. Das Klima soll etwas milder sein als jenes von München. Nach den Beobachtungen des kgl. Rektors Dr. Meister beträgt das Medium des Barometers aus 28 Jahren 320,64‴; das Mittel der Thermometer-Beobachtungen beträgt 6,81° (Max. 28,2° am 8. Juli 1845, Minim. —19,2° am 3. Januar 1861). Die 24jährigen Psychrometer-Beobachtungen ergaben in medio 2,96‴ (Max. 8,7‴, Min. 0,2‴). Die Regenmenge variirt zwischen 468,50 und 233,59‴ und die Zahl der jährlichen Regentage zwischen 199 und 117 (in medio 162). Die Jahreszahl der Gewitter beläuft sich nach 25jähriger Beobachtung auf 22,6 im Mittel, 36 in Max. und 14 in Min.

Die Hügelreihe gehört dem tertiären Braunkohlengebirge und zwar nach wiederholtem Auffinden von Zähnen des Dinotherium giganteum zu schliessen, der miocenen Molasse oder Flinzschichte an. Es wechseln fast vollkommen horizontale Schichten von glimmerführendem Quarzsande, Thon- und Sandlagen verschiedener Färbung. Zuweilen findet man auch mehrere Fuss mächtige Geröllschichten mit Sand. Die oberste Schichte sämmtlicher (?) Hügel besteht aus sehr thonigem Sande oder magerem bis fettem Thone von verschiedener Mächtigkeit. Die Hügel sind durch Mulden getrennt,

welche (in der Umgegend von Freising) von Norden nach Süden abfallend in die Ebene ausmünden. Nur eine einzige fällt von Westen nach Osten zu ab. Vor dem Ausgange eines jener Einschnitte, auf dem jener oben erwähnte Theil des Dorfes Neustift liegt, ist das östliche Gebäude *A* der Kaserne erbaut.

Die Mulde enthält thonigen Boden, dessen Mächtigkeit am Ausgange abzunehmen scheint.

Am südlichen Ende der Hügelreihe, resp. am Fusse derselben, hat sich vor(?) dem Zurückweichen des Wassers eine grössere Lage von Thon, der wahrscheinlich von den Hügeln abgeschwemmt wurde, angesammelt.[1] Die in Neustift vorhandenen Brunnen sind 12—20 bayer. Fuss tief. Sie gehen durch eine 9—15′ tiefe Lehmschichte. Hierauf folgt Mergel und dann sehr lockerer Sand mit Schichtwasser oder Kies. Dieselbe Lagerung fand sich auch in einem Brunnen, welcher auf einem Hügel gegraben wurde, nachdem jener 105′ tief durch Sandschichten getrieben war. Es scheint, dass das Kieslager unter dem Mergel mit dem Kieslager der Ebene in Verbindung steht.

Südlich und östlich der Hügelreihe liegt die weite zum Theil von Mooren gebildete Ebene, von der Isar durchzogen. Dieser Fluss nähert sich der Hügelreihe gegenwärtig ½ Stunde östlich von Freising am Einflusse der Mosach. Letztere mit ihrem ziemlich klaren, aber sehr kalkhaltigen Wasser bewegt sich bei Freising auf so undurchlassendem Boden, dass selbst ganz nahe derselben gegrabene Brunnen nicht von ihr gespeist werden. („Die Mosach lässt kein Wasser,“ ist der Ausdruck der Brunnengräber.) Diese Thatsache ist desshalb erwähnenswerth, weil ein Theil dieses Flusses durch das nördliche Gebäude *B* der Kaserne am östlichen *A* vorbei geleitet ist.

Der Boden, auf welchem die Kaserne erbaut ist, erscheint dem äusseren Anblicke homogen; allein brunnenähnliche Ausgrabungen, welche der derzeitige Oberst des 3. Chevauxlegers-Regimentes, Herr August Freiherr von Leonrod, ausführen zu lassen die Güte hatte, ergaben eine bedeutende Verschiedenheit. Es zeigte sich, dass der

---

1) Hieraus dürfte sich der nachfolgend beschriebene Unterschied des Untergrundes der beiden Kaserntheile *A* und *B* erklären.

Boden in der nordöstlichen Ecke des Hofes des Gebäudes *B* bis über 16′ Tiefe acht Schichten zählt:

1) aufgeschütteter Kies . . .	2″	d. d. b. mächtig,
2) Lehm mit schwarzen Nestern	2′ 10″	
3) Gartenerde.	9″	
4) lehmiger Sand	2′ 9″	
5) dunkle Erde (Gartenerde?) .	1′	
6) gelber Lehm	1′ 10″	
7) Mergel (grau)	5′	
8) Sand mit Schichtwasser.		

Das Grundwasser erschien bei einer Tiefe von 9′ 4″.

Dagegen zeigte die Aufgrabung nächst der Mauer unterhalb des östlichen Flügels eine grosse Lage wechselnder Schichten von aufgeschüttetem Boden. [1])

1) Kies mit braunem Sande .	1′ 1″
2) Mörtel (Schutt)	3″
3) Kies und brauner Sand .	4″
4) Mörtel (Schutt)	3¼″
5) Sand mit Kohlen	1″
6) Bauschutt	3½″
7) Kies mit Erde	6″
8) Gelber Sand	5½″
9) Schutt	3¼″
10) Lehm	3″
11) Kies mit gelbem Sande .	5″
12) Gartenerde	9″
13) Schutt	3½″
14) Gartenerde nördlich . . . } 15) Lehm südlich . . . . . . }	3′ 3¾″
16) Kies mit Kalk	1′ 3¼″

Das Grundwasser erschien hier bereits in der 12. Schichte, also nur 4′ 2½″ von der Oberfläche entfernt.

1) Der Reithof war früher ein Garten. Alte Leute erinnern sich, dass man von diesem aus in ein noch stehendes Gebäude durch eine Treppe aufwärts gelangte, während man jetzt abwärts steigen muss.

Bei einer Tiefe von 7'—8' stiess man auf die hölzernen Seitenwände eines Kanales aus alter Klosterzeit, welcher sehr wahrscheinlich ganz verschlammt ist. Er ist mit Lehm zugedeckt, weshalb sich hier zwei verschiedene Schichten (14 und 15) finden.

Ausbesserungen, welche an den Grundmauern des südlichen Theiles des östlichen Flügels vorgenommen werden mussten, haben gezeigt, dass dieser (südliche Theil) auf Rosten ruht.

Eine Aufgrabung in der südöstlichen Ecke des inneren Hofes des östlichen Flügels liess bei 2'—3' Tiefe ein Pflaster erkennen, welches nun überschüttet ist. Alte Mauern eines Bassins (?) verhinderten die weitere Ausgrabung.

Wenn man auch nicht annimmt, dass der Typhuskeim aus dem Boden entspringt, so muss dennoch die erwähnte Verschiedenheit des Untergrundes die grösste Aufmerksamkeit auf sich ziehen.

Im westlichen Flügel erschien das Grundwasser erst bei 9' 4'' Tiefe und über der durchnässten Schichte liegen Thonschichten von geringer Verschiedenheit, während im östlichen Flügel unter einem nur 4' 2½'' dichten Kieslager (der Hauptsache nach Schutt) sich bereits Grundwasser zeigte. Das Sinken und Steigen muss daher im östlichen Flügel viel häufigeren und anderen Schwankungen unterliegen, überhaupt der Wechsel in der Durchfeuchtung ein ganz anderer sein. Anderseits vermag bei grosser Trockenheit das Schichtwasser im östlichen Flügel die nur 3' dichte Schichte von Lehm oder Gartenerde leichter zu durchdringen, als die 5' dichte Mergelschichte des Bodens unter dem westlichen Flügel. Die microscopische Untersuchung des mit Grundwasser gesättigten Bodens zeigte kleine Organismen, welche linsenförmige Colonien bildeten. Dieselben möchten wohl mit der von Radlkofer (Zeitschrift für Biologie Bd. I) beschriebenen Palmella flocculosa identisch sein. Ausser den Colonien sieht man runde und längliche Körperchen, welche lebhafte Molecularbewegung[1]) zeigen. Letztere hört auf Zusatz von

1) Unter Molecularbewegung versteht man die vibrirenden Oscillationen microscopischer Körperchen. Da aber diese bei Organismen unter gewissen Bedingungen aufhört, so sollte sie von der ähnlichen Bewegungserscheinung unorganisirter Körperchen unterschieden werden. Mag auch Hallier Unrecht haben, die genannten Oscillationen als Schwärmbewegung zu bezeichnen, so ist doch gewiss auch Hoffmann's Ansicht über den „Detritus" unrichtig.

Chlorzinkjod bei den grösseren Körperchen auf. Ob diese Organismen mit der Typhuserkrankung in einer Beziehung stehen, ist unbekannt.

III. Chemische Untersuchung eines Wassers aus der Gegend von Eichstätt, des sogenannten Schwarzwassers.

Von Dr. Lintner.

Dieses Wasser war von bräunlicher Farbe und schillerte stark in's Grüne, es war vollkommen undurchsichtig.

Der Geruch war stinkend nach Jauche (Gülle).

Die Reaktion alkalisch.

Beim Eindampfen entwickelte es den specif. Geruch nach Rinderharn. Im Rückstand war der grössere Theil organischer Natur.

Die qualitative Untersuchung ergab an mineralischen Bestandtheilen alle jene Stoffe, welche man in einer Jauche nachzuweisen vermag, und zwar Reaktionen in solcher Stärke, dass man dieses Wasser als eine verdünnte Jauche betrachten kann.

1 Liter Wasser hinterliess einen bei 110° C. getrockneten Rückstand, dem Gewichte nach betragend	1,165 Grm.
davon waren	
mineralischer Natur	0,285 Grm.
organischer Natur	0,880 „
Summa	1,165 Grm.

Weitere quantitative Bestimmungen konnten wegen Mangels an Wasser nicht ausgeführt werden, übrigens liegt auch die Natur dieses Wassers so klar vor dem Beobachter, dass eine weitere Untersuchung nicht geboten war.

Die qualitative Untersuchung auf die mineralischen Bestandtheile ergab die Anwesenheit von Kali, Natron, Ammoniak, Kalk, Magnesia, Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure und Chlor.

IV. Microscopische Untersuchung des „Schwarzwassers".

Von Dr. Gg. Holzner.

Das sogenannte „Schwarzwasser" hat eine Farbe, welche man durch mechanische Mengung von viel dunkelbrauner Masse mit grünen und schwarzen Körnchen hervorbringen könnte. Die dunkelbraunen Körper sind theils Farbstoffe, theils faulende Substanzen, theils verschiedene Arten von Diatomeen aus der Gattung Navicula. Die grünen Körnchen sind chlorophyllhaltige einzellige Algen oder Zellcolonien von einer gemeinsamen birnförmigen Membran umhüllt. Die schwarzen Körper sind Sporen, deren sprödes Episporium granulirt und schwarz gefärbt ist. Neben den Körpern pflanzlichen Ursprunges findet man eine verhältnissmässig grosse Anzahl von Infusorien und wenige Räderthierchen. — Die Menge sowohl der organisirten als der desorganisirten Stoffe ist im Vergleich zu jener, welche die schlechtesten Brunnenwasser enthalten, enorm.

Versuche über den Raumsinn der Haut der obern Extremität.

Von

R. Kottenkamp aus Augsburg und H. Ullrich aus Neuburg a/D.

Die bisherigen Experimentatoren über die Entwicklung des Raumsinnes der Haut, vor Allem E. H. Weber in seinen berühmten Arbeiten über diesen Gegenstand, sowie auch seine Nachfolger stellten sich mit Recht vorzugsweise die Aufgabe, für die Feinheit des Raumsinnes der einzelnen grösseren Bezirke der gesammten Hautoberfläche annähernde Durchschnittswerthe nach der Methode der eben merklichen Empfindung festzustellen.

Eine bestimmte Region der Haut in möglichst zahlreichen Einzelversuchen und an möglichst vielen Einzelpuncten in Bezug auf die Leistungen des Raumsinnes zu untersuchen, dürfte deshalb schon an sich kein überflüssiges Unternehmen sein. Lässt sich von einer derartigen Untersuchung von vornherein auch nichts Anderes erwarten, als eine etwas genauere Feststellung bereits bekannter Zahlenwerthe, so ist doch der durch eine solche specielle Nachprüfung erzielte Gewinn keineswegs zu unterschätzen. Die Physiologie hat auch auf diesem Gebiete einen Standpunct eingenommen, welcher die Resultate, die durch eine möglichst weit getriebene Specialisirung der Aufgabe gewonnen werden, wohl zu verwerthen weiss.

Deshalb entsprachen wir gerne der Aufforderung des Herrn Professor Dr. v. Vierordt, im Tübinger physiologischen Institute eine derartige Versuchsreihe durchzuführen. Dieselbe gewann für uns um so grösseres Interesse, als es sich zugleich, wie wir im späteren Verlaufe unserer Untersuchungen erfuhren, um eine Prüfung

der Hypothese handelte, welche Prof. Vierordt über die Ursache der verschiedenen Entwicklung des Ortsinns der Haut unlängst aufgestellt hat.

Wir wählten die obere Extremität, weil dieselbe nach E. H. Weber in ihren Einzelbezirken die grössten Differenzen der Leistungen des Ortssinnes bietet.

Die von uns angewandten beiden Technicismen sind nach dem Vorgange E. H. Weber's folgende:

Vor Allem benützten wir das von E. H. Weber in seinen Annotationes anatomicae et physiologicae angegebene Verfahren, welches bekanntlich auf einer Doppelempfindung beruht. Statt des Tasterzirkels bedienten wir uns, um vor etwaigen kleinen Ablesungsfehlern geschützt zu sein, sowie auch im Interesse der Zeitersparniss, genau constanter Distanzen, indem wir feine, sogenannte Karlsbader Nadeln paarweis auf eine Anzahl von Holzplättchen unverrückbar befestigten und die Köpfchen zum Aufsetzen auf die Haut benützten. Für die Herstellung unverrückbarer grösserer Distanzen mussten wir stärkere Nadeln mit dickeren Köpfchen schon aus dem Grunde anwenden, weil die freien Nadelenden wegen der Configuration der mit weniger feinem Raumsinn begabten Cutisstellen ziemlich weit vom Rande der als Träger dienenden Holzplättchen abstehen mussten. Um unsere Zahlen mit den Weber'schen leicht vergleichbar zu machen, wählten wir ebenfalls das Pariser Maass.

Dieses erste Verfahren ist weitaus das rationellste, insofern es wesentlich auf einer puren Empfindung, resp. Doppelempfindung beruht. Allerdings mischen sich demselben auch bestimmte räumliche Wahrnehmnngen bei, nämlich einerseits die eines gewissen Abstandes der beiden berührten Hautstellen, im Falle dieselben eine Doppelempfindung auslösen, sowie andererseits der Richtung, welche die, beide Puncte verbindende Gerade zur Längsaxe des Körpertheils hat. Von den Wahrnehmungen der ersteren Art (welche überhaupt bis jetzt von keinem Forscher speciell geprüft worden sind) nahmen wir vollständig Umgang, wogegen wir uns immer Rechenschaft zu geben suchten, ob die berührten, doppelt empfundenen Puncte in der Längs- oder Queraxe der Extremität lagen.

Die von E. H. Weber angewandte Methode besteht darin, dass

man die Grenze, wo die Doppelempfindung aufhört und die einfache (in der Regel punctförmige) Empfindung der beiden berührten Hautstellen beginnt, dadurch ermittelt, dass man ausgeht von dem Uebermerklichen, d. h. solchen Distanzen der beiden berührten Hautpuncte, welche deutliche Doppelempfindungen gewähren und sodann allmälig den Uebergang nimmt zu kleineren Distanzen, an welche sich zunehmend Doppelempfindungen minderer Deutlichkeit und schliesslich bloss einfache Empfindungen knüpfen. In anderen Versuchen dagegen hat man umgekehrt zu verfahren, d. h. vom Nichtmerklichen zum Merklichen und Uebermerklichen allmälig vorzuschreiten.

Demgemäss schreibt E. H. Weber in seinen Tabellen den einschlägigen Empfindungen verschiedene Deutlichkeitsgrade zu, indem er Ausdrücke wie clarissime, clare, satis clare, obscure u. s. w. wählt. Dem scharfen Beobachter, der wohl im Stande ist, sich genau Rechenschaft über das von ihm Empfundene in jedem Einzelfall zu geben, mag ein derartiges, ziemlich schnell zum Ziele führendes Verfahren genügen; unter allen Umständen aber wird es hinreichen zur ersten Orientirung auf unserem Gebiet.

Handelt es sich aber um möglichst genaue Feststellung der betreffenden Empfindlichkeitswerthe, so ist die von uns befolgte Methode des vielfach wiederholten Versuches unumgänglich geboten, eine Methode, auf welche sich auch weniger Geübte mit Aussicht auf Erfolg einlassen können.

In einer Reihe von Vorversuchen, welche wir zugleich in der Nebenabsicht unternahmen, uns für diese Beobachtungen, die in der That schwieriger sind, als man von vornherein erwarten möchte, gehörig einzuüben, suchten wir für die verschiedenen Hautstellen annähernd die Distanzen zu ermitteln, welche gewählt werden müssen, um einigermassen deutliche Doppelempfindungen auszulösen. Diese einleitenden Versuche haben wir in unsern Tabellen aus dem Grunde nicht aufgenommen und überhaupt nicht aufnehmen können, weil wir dieselben nicht mit gleichzeitigen Vexirversuchen verbanden.

An jeder einzelnen Hautstelle operirten wir demgemäss in unseren definitiven Versuchen mit einer Anzahl von Distanzen, welche Doppelempfindungen verschaffen vom Wenigmerklichen bis zum Gut-

merklichen. Im ersten Falle beträgt die Zahl der richtigen Entscheidungen häufig noch nicht die Hälfte aller Fälle, im letzteren Fall dagegen werden sämmtliche oder doch nahezu sämmtliche Fälle richtig entschieden.

Wir hatten demnach die Aufgabe, das Verhältniss der Zahl der richtigen Entscheidungen r zu sämmtlichen Fällen n, also den Werth $\frac{r}{n}$ für die verschiedenen von uns gewählten Distanzen der zwei berührten Hautstellen annähernd zu ermitteln.

Um die nöthige Voraussetzungslosigkeit herbeizuführen, wandten wir viele Vexirversuche an; wir berührten in buntem Wechsel mit unseren Hauptversuchen, ohne dass die Versuchsperson etwas merken konnte, entweder bloss einen Punct der Haut, oder — an Stellen geringeren Ortssinnes — zwei einander so nahe gelegene Puncte, dass dieselben unmöglich eine Doppelempfindung veranlassen konnten. Ein derartiges Verfahren setzt auch den Mindergeübten in Stand, die Genauigkeit seiner Urtheile gehörig controliren zu können.

Gegen Irrthümer bei diesen Vexirversuchen, wo also statt einer einzigen Empfindung eine Doppelempfindung angegeben wird, ist gewiss Niemand, auch der schärfste Beobachter nicht, geschützt. Derartige Fehler kamen öfter vor und zwar an Stellen feinen Raumsinnes häufiger, als an gröber tastenden Hautbezirken. Eine triftige Erklärung dieser sonderbaren Thatsache sind wir nicht im Stande zu geben und unterlassen deshalb, die hier sich aufdrängenden Vermuthungen näher zu erörtern.

Ermüdung bringt leicht falsche Resultate hervor, wie auch E. H. Weber hervorhebt; deshalb diente ein Jeder von uns abwechselnd nur je $^1/_4$ Stunde als Versuchsperson; auch folgten die Einzelversuche nicht allzuschnell auf einander, indem jedesmal die bezüglichen Einträge in die Register gemacht werden mussten, und erstreckte sich die Versuchszeit an jedem Tage nie über eine Stunde hinaus.

Das zweite Verfahren, nach dem wir experimentirten, ist von E. H. Weber in den Leipziger academ. Sitzungsberichten 1852, pag. 87 kurz beschrieben.

Dasselbe beruht darauf, dass man den Ort anzeigen lässt, wo

die Haut der Versuchsperson, die ihre Augen zu schliessen hat, berührt wurde.

Wir bedienten uns hiezu abgerundeter, mittelstarker Stricknadeln, die an ihrem unteren Ende geschwärzt waren. Eine solche Nadel stellte der Experimentirende auf die Haut senkrecht auf, wobei immer möglichst gleichmässiger Druck angewandt wurde, und liess, nachdem die Nadel entfernt war und die durch sie verursachte Nachempfindung aufgehört hatte, den bezeichneten Punct durch die Versuchsperson suchen und mittellst einer Nadel genau angeben.

Es wurde nun entweder der Punct richtig getroffen, oder ein kleinerer oder grösserer Fehler je nach der Hautstelle gemacht, der dann mit dem Zirkel genau gemessen wurde.

Bei dieser Methode, auf die wir am Ende unserer Arbeit specieller zurückkommen, handelte es sich um keine blosse Empfindung, zumal noch das Aufhören der Nachempfindung abgewartet wurde, sondern lediglich um ein Urtheil über die Stelle der Haut, welche berührt worden. Das Versuchsindividuum empfindet den Druck, überlegt, welche Stelle getroffen wurde und sucht sie mit der Nadel zu bezeichnen.[1] Daher erklärt es sich auch, dass die Zeitintervalle zwischen der Berührung und der Angabe der berührten Stelle seitens der Versuchsperson bei nöthiger Aufmerksamkeit auf den Versuch von ziemlich geringem Einfluss auf die Genauigkeit des Resultates waren.

Schliesslich wollten wir noch eine dritte Methode prüfen, nämlich irgend einen bestimmten Punct der Haut ohne vorherige Berührung aufsuchen zu lassen. Doch bald standen wir wieder davon ab, weil diese Art des Experimentirens nahezu auf dasselbe hinausläuft, was durch die zweite Methode erreicht werden soll und die gewonnenen Resultate bei beiden Methoden ziemlich gleich auszufallen schienen.

Versuchsergebnisse des ersten Verfahrens.

Den Versuchsbedingungen gemäss vertheilen sich, wenn wir von den Vexirversuchen absehen, die keiner weiteren Erläuterung

1) Deshalb ist auch die Versuchsperson im Stande, die Stelle der Haut, welche berührt worden ist, annähernd mit Worten und Maassen anzugeben, wie wir uns in vielen Fällen überzeugt haben.

bedürfen, die in jedem Einzelfall bei der gleichzeitigen Berührung zweier Hautstellen möglichen Empfindungen, resp. Urtheile in folgende Categorien:

I. Doppelempfindungen, und zwar:
  a) mit richtiger } Beurtheilung der Richtung beider afficirten
  b) mit falscher } Hautstellen;

II. Einfache Empfindungen; diese selbst können sein:
  c) punctförmige,
  oder man hat den Eindruck, dass die Haut von einem länglichen Körper berührt wird; die Richtung, welche der längliche Körper einzunehmen scheint, wird
  d) richtig oder
  e) falsch angegeben.

In den nachfolgenden Tabellen betrachteten wir bloss die zu Rubrik a gehörenden Empfindungen als „richtige", weil sie in der That die allein vollkommen richtigen sind, alle anderen, b—e als „falsche". Uebrigens würden unsere Verhältnisswerthe für die Empfindlichkeit der einzelnen Hautstellen nicht wesentlich verändert, wenn wir auch die Entscheidungen der Rubrik b den „richtigen" beizählen würden.

Um den Tabellen keine übermässige Ausdehnung zu geben, fassen wir die Versuchsergebnisse an uns Beiden in jeder Einzelrubrik zusammen; ebensowenig ordnen wir die Versuche, die, wie noch bemerkt werden muss, nur an der rechten Extremität ausgeführt wurden, in zwei gesonderte Reihen, je nachdem die berührten Puncte der Haut in der Längs- oder Queraxe des Gliedes lagen. Auf diese Nebenbedingungen des Versuchs werden wir später zurückkommen.

Zweiter bis fünfter Finger.

Die Versuche vertheilen sich gleichmässig über die einzelnen Finger; die Zahl unserer Erfahrungen ist aber nicht gross genug, um Differenzen in der Feinheit des Raumsinnes bei den einzelnen Fingern mit Sicherheit nachweisen zu können so dass wir — schon im Interesse der Raumersparniss — es vorziehen, die Versuche an sämmtlichen Fingern zusammenzustellen.

Die Tabellenköpfe in allen Tabellen geben, in Pariser Linien, den Abstand der beiden berührten Hautstellen an; die Zahlen der Tabellen dagegen die Anzahl der richtigen Entscheidungen, wobei sämmtliche Fälle = 100 gesetzt wurden.

Tabelle I. 2.—5. Finger.

	Localität	¾	1	2	3	4	5	Zahl aller Fälle
Volarseite	Spitze der 3. Phalanx	67	94					119
	Grenze des 1. u. 2. Viertels der 3. Phalanx[1])	32	82	94				161
	Mitte der 2. Phalanx		55	93				117
	Grenze des 3. u. 4. Viertels der 1. Phalanx		58	79	97			136
	Grenze des 1. u. 2. Viertels der 1. Phalanx		34	63	91			179
Dorsalseite	3. Phalanx (Mitte)		70	93				212
	2. Phalanx (Mitte)		64	86	88			225
	1. Phalanx (Mitte)		42	58	78	88	100	332

Tabelle II. Daumen.

	Localität	¾	1	2	3	4	Zahl aller Fälle
Volarseite	2. Phalanx. Spitze	39	80				64
	2. Phalanx. Grenze des 1. u. 2. Viertels		64	88			75
	1. Phalanx (Mitte)		37	74	100		74
Dorsalseite	2. Phalanx (Mitte)		62	100			58
	1. Phalanx. Grenze des 3. u. 4. Viertels			71	94	100	50
	1. Phalanx. Grenze des 1. u. 2. Viertels			57	85	100	74

1) Erstes Viertel: Richtung nach oben; zweites Viertel: Richtung nach der Fingerspitze. Analoge Bezeichnungen bei der 1. Phalanx, dem Daumen und der Hand.

Tabelle III. Hand (Metacarpalregion).

	Localität	2	3	4	5	6	7	8	9	Zahl aller Fälle
Volars.	Grenze des 4. u. 3. Viertels	51	75	89	96	100				99
	Grenze des 2. u. 1. Drittels		57	87	100					118
Dorsals.	Ende des untern Drittels	50	52	67	82	85				266
	Ende des mittlern Drittels		22	37	65	84	85	100		253
	Ende des obern Drittels			0	51	63	85	89	90	144

Tabelle IV. Vorderarm.[1]

	Localität	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Zahl aller Fälle
Volarseite	a 93	33	56	77	90	97									222
	b 71,5			36	47	61	64	86	—	100	—	100			200
	c 50			30	55	60	72	88	89	92	100				288
	d 28,5					54	60	71	82	90	95	100			324
	e 10							49	72	78	89	100			242
Dorsalseite	a 93			40	65	73	89	98							155
	b 71,5				40	52	64	87	—	89					163
	c 50				45	—	—	64	81	91	93	96			257
	d 28,5					0	0	44	—	63	76	88	100		193
	e 10								42	—	78	86	—	100	274

Tabelle V. Oberarm und Schulterhöhe.

	Localität	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	Zahl aller Fälle
Volarseite	a 94	50	64	76	86	—	94	100					211
	b 60		50	73	80	—	90	94	97	99			525
	c 26		32	60	76	87	91	92	100				399
	Acromion					51	72	78	91	100	100		493
Dorsalseite	a 94		62	80	88	—	95	100					286
	b 60		45	73	88	—	88	94	100				373
	c 26			37	56	74	85	94	100				370
	Acromion					44	58	70	82	87	90	96	510

1) Die 5 geprüften Localitäten a—e sind in der Reihenfolge vom Handgelenke nach aufwärts geordnet. Die beistehenden Zahlen geben die Abstände der betreffenden Hautstellen vom Ellbogengelenk an, wobei die Länge des Vorderarms = 100

In den voranstehenden Tabellen nimmt mit wachsendem Abstand der beiden berührten Hautstellen die Zahl der richtigen Entscheidungen im Verhältniss zu der Gesammtzahl der Fälle immer mehr zu. Ausnahmen von diesem Verhalten kommen keine vor, so dass wir wohl zu dem Ausspruch berechtigt zu sein glauben, dass die Zahl der Versuche hinreicht zu der von uns angestrebten annähernden Bestimmung der Empfindlichkeitswerthe. Wie gross unsere Versuchszahl sein muss, um als einigermaassen genügend gelten zu können, lässt sich von vornherein in keiner Weise bestimmen und hängt die Entscheidung hierüber einzig und allein von den Mittelwerthen ab, welche die an derselben Hautstelle unter verschiedenen Bedingungen ausgeführten einzelnen Versuchsreihen ergeben.

Die Methode „der richtigen und falschen Fälle“ verlangt allerdings strenge genommen eine ungeheuere Zahl von Einzelversuchen, eine Bedingung, welcher selbst der grösste Fleiss nur ausnahmsweise zu genügen im Stande ist. Die Gesammtzahl unserer nach der ersten Methode vollführten Versuche beläuft sich, die nicht unbedeutende Reihe der Vorversuche abgerechnet, auf 8241.

Betrachten wir die von der zunehmenden Distanz der beiden berührten Hautstellen abhängige Zunahme der Fälle der richtigen Entscheidungen, so kann bei der verhältnissmässig kleinen in jede Einzelrubrik fallenden Zahl von Versuchen nicht mehr verlangt werden, als eine bloss genäherte Feststellung des Verhältnisses der richtigen Entscheidungen zu sämmtlichen Fällen.

Ein Ueberblick über die Tabellen zeigt sogleich, dass mit zunehmender Distanz der berührten Hautstellen die Zahl der richtigen Fälle im Allgemeinen anfangs viel rascher, später aber langsamer wächst.

Versuchsergebnisse des zweiten Verfahrens.

In den von uns angestellten und schon oben im Allgemeinen beschriebenen Versuchen nach der zweiten Weber'schen Methode

---

gesetzt wird. Aehnliche Bezeichnungen sind in Tabelle V gebraucht; die Zahlen geben die Entfernungen der betreffenden Stellen vom Schultergelenke an, die Länge des Oberarms = 100 gesetzt.

wurde nicht bloss der Abstand der von der Versuchsperson angegebenen Hautstelle von der wirklich berührten gemessen, sondern auch der Richtung Rechnung getragen, in welcher die irrthümliche Localisation der Empfindung erfolgte. Die Entscheidungen wurden immer in einen der 4 Quadranten eingetragen, je nachdem die indicirte Stelle nach auf- oder abwärts und zugleich median- oder lateralwärts von der wirklich berührten lag.

Bei dem Einen von uns: Ullrich, fielen die Fehler nach allen 4 Hauptrichtungen ungefähr gleich gross aus, bei Kottenkamp dagegen zeigte sich die Fehlergrösse in den beiden unteren, gegen die Fingerspitzen gerichteten Quadranten um $^1/_5$ durchschnittlich etwa kleiner, als in den beiden oberen Quadranten.

Wir haben jedoch geglaubt, diesen constanten Fehler Kottenkamps nicht in Rechnung bringen zu dürfen und es unterlassen, den durchschnittlichen reinen Fehler aufzusuchen, weil die Zahl unserer Versuche für eine derartige Aufgabe zu klein ist. Deshalb beschränkten wir uns also auf die annähernde Ermittlung des mittleren „rohen" Fehlers, um so mehr, als die betreffenden Werthe bei Ullrich sehr nahezu dem reinen variablen Fehler entsprechen.

Die Zahlen der nachstehenden Tabelle drücken aus, welchen Abstand (in Pariser Linien) die von der Versuchsperson angegebene Hautstelle von der wirklich berührten durchschnittlich hatte. Dabei ist noch zu bemerken, dass die Versuche nur an der Volarseite der oberen Extremität gemacht und dass auch hier bei der Rechnung die Finger 2—5 zusammengenommen wurden. Die geprüften Hautstellen sind genau dieselben, wie in den Tabellen I—V.

Tabelle VI.

Körperstelle		Kottenkamp	Ullrich	Mittel beider Werthe	Mittel Stumpfheitswerth	Mittel Feinheitswerth	Zahl aller Versuche
2.—5. Finger	apex	0,21	0,27	0,24	1	27,4	64
	phal. III $^1/_4$	0,5	0,843	0,67	2,8	9,8	60
	phal. II Mitte	0,69	0,847	0,76	3,12	8,6	64
	phal. I Mitte	0,64	0,84	0,74	3,1	8,8	130

Körperstelle		Kotten-kamp	Ullrich	Mittel beider Werthe	Mittel Stumpf-heits-werth	Mittel Fein-heits-werth	Zahl aller Ver-suche
Daumen	apex	0,66	0,72	0,68	2,8	9,6	25
	phal. II 1/4	0,8	0,79	0,79	3,3	8,3	23
	phal. I Mitte	1,46	1,22	1,34	5,6	4,9	21
Hand	Grenze d. 4. u. 3. Viertels	0,76	1,31	1,03	4,3	6,3	62
	Grenze d. 2. u. 1. Drittels	1,14	1,41	1,27	5,3	5,2	39
Vorderarm	a	2,11	1,77	1,94	8,1	3,4	37
	b	2,12	3,33	2,72	11,2	2,4	32
	c	3,06	4,01	3,53	14,7	1,86	33
	d	3,35	4,06	3,71	15,4	1,74	31
	e	3,5	4,2	3,85	15,6	1,7	30
Oberarm	a	3,97	4,34	4,15	17,3	1,58	33
	b	4,94	4,41	4,67	19,4	1,4	32
	c	7,5	4,99	6,24	26	1,05	28
Acromion		7,916	5,22	6,57	27,4	1	30

Die Tabellen I—V, bestimmt, eine erste Uebersicht über unsere Versuchsergebnisse zu gewähren, sind ohne Rücksicht auf die Anbringungsweise der Tastreize in der Längs- oder Querrichtung des Gliedes construirt. Um auch diese, von E. H. Weber mit aller Bestimmtheit bemerkten Einflüsse näher kennen zu lernen, ordneten wir die an jedem Hautbezirk ausgeführten Versuche in 2 Reihen, je nachdem die beiden berührten Hautpunkte in der Längs- oder Querrichtung des Gliedes lagen. Wir müssen jedoch, der Raumersparniss wegen, Umgang nehmen von einer detaillirten Darstellung der Versuchszahlen, welche den Tabellen I—V analog zu construiren wäre und ziehen es vor, aus unseren Zahlen mit Hilfe der Fechner'schen „Fundamentaltabelle der richtigen und falschen Fälle",[1]) die vergleichbaren Maasse der Feinheit des Raumsinnes für die verschiedenen von uns geprüften Hautstellen zu berechnen. Wenn die Einflüsse der auf das Urtheil influirenden Nebenmomente möglichst compensirt sind und die Zahl der Einzelversuche gross genug ist, so sollten strenge genommen die verschiedenen, von uns bei jedem einzelnen Hautbezirk ange-

1) Fechner's Psychophysik. Leipzig 1860. Bd. I. S. 108.

wandten Distanzen denselben Werth der Empfindlichkeit des Raumsinnes ergeben. Für eine thunlichste Compensation der Nebeneinflüsse war in unseren Versuchen gehörig Sorge getragen, namentlich vertheilten sich die an den einzelnen Hautbezirken angestellten Versuche gleichmässig über die ganze Versuchszeit; dagegen konnte bei der, in jede einzelne Versuchsreihe fallenden mässigen Zahl an Einzelversuchen, von vornherein eine genügende Uebereinstimmung der aus den einzelnen Versuchsreihen berechneten Empfindlichkeitswerthe einer und derselben Hautstelle nicht erwartet werden. Im Allgemeinen stiegen die berechneten Maasse der Empfindlichkeit mit zunehmender Distanz der beiden berührten Hautstellen, doch so, dass etwa von 70—75% richtiger Fälle an, nach aufwärts, die Empfindlichkeitsmaasse eine relativ bessere Uebereinstimmung boten. Fechner giebt ebenfalls an, dass man weder zu sehr im Wenigmerklichen, noch im Starkmerklichen bei derartigen Versuchen operiren solle. Gleichwohl glauben wir, dass unsere, auch auf diese beiden letzteren Categorien verwandte Mühe nicht vergeblich aufgewandt wurde; die experimentelle Constatirung des Punktes, von wo an alle Fälle richtig entschieden werden, sowie der Bedingungen, die zu einer noch nicht hälftigen Zahl richtiger Entscheidungen führen, ist an sich schon von Interesse, wenn auch die betreffenden Versuchsergebnisse nicht in die Endrechnung aufgenommen werden können.

Die Versuchsreihen, welche 50% und noch weniger richtige Fälle ergaben, nahmen wir in die nachfolgenden Berechnungen aus dem Grunde nicht auf, weil gar manche Localitäten keine Fälle der Art bieten, so dass (aus dem oben angegebenen Grunde) diese Localitäten, im Vergleich zu den übrigen, zu hohe Empfindlichkeitswerthe ergeben würden. Dass diejenigen Versuchsreihen, welche lauter richtige Fälle enthalten, überhaupt nicht mit aufgenommen werden können, geht aus den Bedingungen der Methode hervor, hinsichtlich welcher wir auf Fechner's bekannte Darstellung verweisen.

Die nachfolgenden Tabellen VII u. VIII enthalten die berechneten vergleichbaren Empfindlichkeitswerthe sämmtlicher von uns geprüften Bezirke der oberen Extremität, wobei den 2 ver-

schiedenen Hauptanbringungsweisen des Tastreizes in der Längs- oder Querrichtung des Gliedes besondere Rubriken angewiesen sind. Zu diesen Tabellen benützten wir, wie gesagt, alle Versuchsreihen, die mehr als 50% richtiger Fälle ergaben.[1])

Tabelle VII.

Vergleichbare Empfindlichkeitswerthe der Volarseite.

	Localität.	Längsrichtung A	Querrichtung B	Mittel aus A und B	Vergleichbare Empfindlichkeitswerthe. Acromion = 100.
Finger 2—5	Phal. 3 Spitze	0,579	0,733	0,656	2582
	Phal. 3 Grenze d. 1. u. 2. Viertels	0,499	0,743	0,621	2445
	Phalanx 2. Mitte	0,375	0,245	0,310	1221
	Phal. 1 Grenze d. 3. u. 4. Viertels	0,388	0,382	0,385	1512
	Phal. 1 Grenze d. 1. u. 2. Viertels	0,287	0,160	0,223	877
Daumen	Phal. 2 Spitze	0,796	0,433	0,614	2417
	Phal. 2 Grenze d. 1. u. 2. Viertels	0,537	0,242	0,389	1531
	Phalanx 1. Mitte	0,393	0,377	0,385	1516
Hand	Grenze des 4. u. 3. Viertels	0,1707	0,1640	0,1673	659
	Grenze des 2. u. 1. Drittels	0,1017	0,1393	0,1205	474
Vorderarm	a	0,0627	0,0756	0,0691	272
	b	0,0435	0,0441	0,0438	172
	c	0,0336	0,0355	0,0345	136
	d	0,0342	0,0521	0,0431	169
	e	0,0348	0,0443	0,0395	155
Oberarm	a	0,0385	0,0379	0,0382	151
	b	0,0365	0,0389	0,0377	148
	c	0,0256	0,0485	0,0370	145
	Acromion	0,0257	0,0251	0,0254	100

1) Legt man der Berechnung blos diejenigen Versuchsreihen zu Grunde, welche 75% und mehr Fälle richtiger Entscheidungen geben, so erhält man im Allgemeinen dieselben Verhältnisszahlen für die Feinheit des Raumsinnes der einzelnen Cutisstellen. In dem nachfolgenden Aufsatz werde ich die unmittelbaren Versuchsergebnisse der Herren Kottenkamp und Ullrich einer anderen Berechnungsweise unterwerfen, welche zu noch genaueren Endwerthen führt.

Vierordt.

Tabelle VIII.
Vergleichbare Empfindlichkeitswerthe der Dorsalseite.

	Localität	Längsrichtung A	Querrichtung B	Mittel aus A und B	Vergleichbare Empfindlichkeitswerthe. Acromion = 100
Finger 2-5	Phalanx 3. Mitte	0,316	0,499	0,408	1821
	Phalanx 2. Mitte	0,291	0,314	0,302	1349
	Phalanx 1. Mitte	0,168	0,255	0,211	942
Daumen	Phalanx 2. Mitte	0,500	0,547	0,523	2335
	Phal. 1 Grenze d. 3. u. 4. Viertels	0,242	0,371	0,306	1366
	Phal. 1 Grenze d. 1. u. 2. Viertels	0,235	0,160	0,197	880
Hand	Mitte des unteren Drittels	0,1078	0,1338	0,1060	474
	„ „ mittleren „	0,0600	0,1359	0,0967	432
	„ „ oberen „	0,0718	0,0730	0,0724	323
Vorderarm	a	0,0493	0,0719	0,0606	270
	b	0,0394	0,0465	0,0429	191
	c	0,0478	0,0501	0,0489	219
	d	0,0300	0,0365	0,0332	148
	e	0,0395	0,0324	0,0359	160
Oberarm	a	0,0289	0,0413	0,0351	157
	b	0,0327	0,0392	0,0359	160
	c	0,0269	0,0321	0,0295	132
	Acromion	0,0203	0,0246	0,0224	100

Den beiden voranstehenden Tabellen zufolge nimmt die Feinheit des Raumsinnes der Haut der oberen Extremität in der Richtung gegen die Fingerspitze zu und zwar anfangs langsam, später viel rascher. Tab. VII bietet 2, Tab. VIII 3 Ausnahmen von dieser Regel, die ohne Zweifel als zufällige betrachtet werden dürfen.[1]

Die von E. H. Weber hervorgehobene grössere Feinheit des Raumsinnes in der Querrichtung des Gliedes finden wir bestätigt mit (wohl nur zufälliger) Ausnahme der Volarseite des Daumens, auf welcher die Längsrichtung begünstigt ist. Die nachfolgende Tabelle giebt die Empfindlichkeitswerthe in der Querrichtung, wenn diejenigen der Längsrichtung = 100 gesetzt werden.

1) Die nachfolgende Abhandlung bestätigt diese Vermuthung vollkommen.
Vierordt.

	Dorsalseite	Volarseite
Finger 2—5	138	107
Daumen	110	61
Hand	165	111
Vorderarm	115	120
Oberarm	126	119

Die Bevorzugung der Querrichtung, gegenüber der Längsrich-
ung, tritt also auf der Dorsalseite viel entschiedener hervor, als
af der Volarseite. Ist es erlaubt, aus voranstehender Tabelle
adwerthe zu ziehen, so ist die Feinheit des Raumsinnes in der
uerrichtung (die Längsrichtung = 100 gesetzt) auf der Dorsal-
ite im Mittel 131, auf der Volarseite nur 104. Letzterer Werth
rhöht sich auf 114, wenn die, eine auffallende Ausnahme bietende,
erhältnisszahl (61) des Daumens ausser Acht gelassen wird.

Nach E. H. Weber wäre die Querrichtung noch stärker be-
orzugt, als wir gefunden haben; andererseits kennt derselbe den
on uns hervorgehobenen Unterschied der Volar- und Dorsalseite
icht. Er sagt (in Wagner's Handwörterbuch. Bd. 3 Abth. 2
. 528) „an der Mitte des Oberarms, sowohl vorn als hinten, musste
er senkrecht gehaltene Zirkel beinahe noch einmal so weit ge-
ffnet werden, damit man deutlich zwei Berührungen fühlte, als wenn
erselbe horizontal gehalten wurde. Aber auch am Oberschenkel,
m Unterarm und Unterschenkel war der Ortssinn in der letzteren
Richtung viel feiner als in der ersteren. An vielen anderen Theilen
es Körpers zeigt sich kein solcher Unterschied."

Die Volarseite ist mit einer grösseren Feinheit des Raumsinnes
begabt, als die Dorsalseite, wie die nachfolgende Tabelle beweist.
Setzen wir die Dorsalwerthe = 100, so sind die Werthe für die
correspondirenden Theile der Volarseite folgende:

Finger 2—5	Phalanx 3	152	Hand		158			
	„ 2	103	Vorderarm	a	114	Oberarm	a	109
	„ 1	129		b	102		b	105
Daumen	Phalanx 2	74		c	71		c	125
	„ 1	125		d	130	Acromion		114
				e	110			

Die zwei Ausnahmen (74 u. 71) sind ohne Zweifel zufällige. Nach unseren Erfahrungen ist übrigens der Empfindlichkeitsunterschied der Dorsal- und Volarseite erheblich geringer als E. H. Weber angab.

Die Resultate der Tabelle VI, obschon sie auf einer von unserem Hauptverfahrem gänzlich verschiedenen Methode beruhen, zeigen mit denen der Tabelle VII in den Regionen des Oberarmes, Vorderarmes, der Hand und auf der Fingerspitze im Ganzen eine leidliche Uebereinstimmung, dagegen in den übrigen Stellen der Finger und am Daumen gänzlich abweichende Werthe. Dürfen wir auf dieses abweichende Ergebniss bei der geringen Zahl der Versuche, welche der Tab. VI zu Grund liegen, einen Werth legen, so scheint es uns, dass in denjenigen Hautstellen, welche vorzugsweise dem Tastsinn dienen, irgendwelche Nebeneinflüsse sich geltend machen, welche die Vergleichbarkeit der Resultate beider Methoden beeinträchtigt.

ie Abhängigkeit der Ausbildung des Raumsinnes er Haut von der Beweglichkeit der Körpertheile.

Von

K. Vierordt.

(Mit einer Kupfertafel zu Seite 72.)

Ich habe unlängst (in Pflüger's Zeitschrift, Bd. 2 S. 297) ie Vermuthung ausgesprochen, dass die Feinheit des Raumsinnes er verschiedenen Hautbezirke einer Körperregion, die immer als anzes bewegt wird, sich proportional verhalte den mittleren Abständen dieser Bezirke von sämmtlichen ihrer gemeinsamen Drehxen. Diese Hypothese suchte ich für die Haut des Kopfes und ler Extremitäten mittelst der werthvollen Ergebnisse der directen Bestimmungen der Feinheit des Raumsinnes zu bewähren, welche der Begründer der Physiologie des Tastsinnes, E. H. Weber, und später Valentin an den genannten Körperstellen ausgeführt haben. Die Vergleichung zwischen Rechnung und Beobachtung führte zu der weiteren Consequenz, dass in denjenigen Theilen, bei denen viel weniger die Bewegungen in toto, als (wie das bei der oberen Extremität ganz vorzugsweise der Fall ist) die Bewegungen der Einzeltheile von Wichtigkeit sind, zunächst nur die verschiedenen Hautbezirke jedes Einzeltheiles im Sinne meiner Hypothese gegenseitig verglichen werden dürfen. Zugleich stellte sich aber auch — um den Werth oder Unwerth der Hypothese genau prüfen zu können — das Bedürfniss heraus, eine umfängliche Körperregion an einer viel grösseren Zahl von Einzelstellen, als jene hochverdienten Forscher gethan haben, in Bezug auf die Feinheit ihres Raumsinnes zu untersuchen.

Diese Aufgabe übernahmen zu meiner grössten Befriedigung, in einer langen und höchst sorgsam durchgeführten Versuchsreihe, die beiden Verfasser der voranstehenden Abhandlung. Die Tabellen I—V der letzteren sind derartig angelegt, dass sie zu einer ersten Uebersicht über die unmittelbaren Versuchszahlen und den Gang der Erscheinung überhaupt vorzugsweise brauchbar sind, während die Tabellen VII und VIII die vergleichbaren Maasse der Feinheit des Raumsinnes in den einzelnen Hautbezirken der Beuge- und Streckseite der oberen Extremität darstellen, mit gleichzeitiger Berücksichtigung der Entwickelung des Raumsinnes in der Längs- und Querrichtung des Gliedes.

Die Herren Kottenkamp und Ullrich machen darauf aufmerksam, dass die aus den Versuchszahlen mit Hülfe der Fechner'schen Methode berechneten Werthe der Feinheit des Ortssinnes einer und derselben Hautstelle im Allgemeinen zunehmen mit zunehmendem Abstand der beiden berührten Hautpunkte; dadurch kommen aber diejenigen Hautstellen in einen gewissen Nachtheil, an welchen verhältnissmässig mehr als bei anderen Hautstellen, auch im Gebiete des Wenigermerklichen, experimentirt worden ist. Die Versuche von vornherein derartig anzuordnen, dass an sämmtlichen geprüften Hautstellen ein gleichmässiges Vorschreiten vom Wenigmerklichen, durch das Gutmerkliche, bis zum Immermerklichen stattfindet, ist natürlich eine Sache der Unmöglichkeit.

Ich stellte desshalb in den nachfolgenden Tabellen I und II die unmittelbaren Versuchswerthe der Herren Kottenkamp und Ullrich derartig zusammen, dass der Einfluss der ungleichen Vertheilung der Versuchschancen grossentheils eliminirt wurde. Wir erhalten dadurch den weiteren Vortheil einer bequemen und anschaulichen Darstellung der Versuchdetails, ohne die Uebersichtlichkeit des Ganzen zu beeinträchtigen; vor Allem aber lassen sich aus einer solchen Anordnung die vergleichbaren Werthe der Feinheit des Ortssinnes noch genauer berechnen, als das bei der in den vorhergehenden Abhandlung befolgten Methode der Fall ist.

In den beiden nachfolgenden Tabellen I und II sind für jeden einzelnen Hautbezirk die unmittelbaren Versuchsergebnisse in 8

erticale Rubriken vertheilt, je nach der verhältnissmässigen Zahl ler richtigen Entscheidungen. Die erste Rubrik enthält die Fälle on 21—30%, die letzte Rubrik diejenigen von 91—100% richtiger Entscheidungen. Jede der 8 Rubriken zerfällt in 2 Abtheilungen, e nachdem die beiden berührten Hautpuncte in der Längs- oder Querrichtung des Gliedes liegen. Die Zahlen der Tabellen beziehen ich auf die, in Pariser Linien angegebenen Abstände der berührten Hautstellen, während die unmittelbar beistehenden eingeklammerten Zahlen die entsprechenden procentigen Zahlen der richtigen Entscheidungen darstellen.

Die Localitäten folgen in derselben Ordnung wie in Tab. VII und VIII der vorhergehenden Abhandlung und konnten desshalb kürzer bezeichnet werden.

Tabelle I. Volarseite.

		20—30 %		31—40 %		41—50 %		51—60 %		61—70 %		71—80 %		81—90 %		91—100 %	
		längs	quer	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.
Finger 2—5	Phal. 3. Apex							¾(57)					¾(75)			1(92)	1(95)
	Phal. 3.						¾(50)					1(75)			1(89)	2(93)	2(96)
	Phal. 2.							1(60)	1(51)							2(95)	2(91)
	Phal. 1.						1(44)					1(73)	2(73)	2(85)		3(94)	3(100)
	Phal. 1.			1(36)	1(33)				2(55)			2(74)			3(88)	3(98)	
Daum.	Apex pollic.		¾(25)	¾(34)									1(73)	1(87)			
	Phal. 2. poll.									1(64)	1(63)		2(76)			1(100)	
	Phal. 1. poll.		1(25)			1(50)						2(75)	2(73)			3(100)	3(100)
Hand	a						2(48)	2(54)			2(68)			3(82)	2(85)	4(93) 5(100)	5(92) 6(100)
	b							3(57)	3(57)					4(82)	4(91)	5(100)	5(100)
Vorderarm	a	8(30)			5(33)			7(58)	7(55)	8(68)				9(87)	8(88)	10(93)	9(92) 10(100)
	b				8(36)	9(45) 10(50)	9(49)	11(55)					10(72) 11(73)		12(81)	12(91)	14(100)
	c					9(50)		10(56)	9(60)	11(61)	10(64)	12(77) 13(79)		14(85)	11(83)		12(100) 13(100)
	d					10(44)		11(55) 12(60)			10(65) 11(66)	13(74)		14(84)	12(82) 13(90)	15(91) 16(100)	14(95) 15(100)
	e			12(36)						13(66) 14(70)	12(62)		13(79)	15(88)	14(85)	16(100)	15(91)
Oberarm	a			15(33)		16(45)				17(64)	15(67)	18(72)		20(89)	16(83) 17(89)	22(100)	18(100) 20(100)
	b					16(48)		17(59)	15(57)		16(68)	18(72)		20(84)	17(88) 18(89)	22(94) 24(94) 26(98)	20(94) 22(95) 24(100)
	c	16(24)			16(40)			17(51)		18(62)	17(69)			19(82) 22(89)		20(93)	18(91) 19(95) 20(96) 22(96)

		21—30 %		31—40 %		41—50 %		51—60 %		61—70 %		71—80 %		81—90 %		91—100 %	
		längs	quer	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.
Finger 2—5	Phal. 3.			4(34)						1(63)		1(76)	1(76)	2(87)			2(100)
	Phal. 2.									1(63)	1(64)			2(82)	3(86) 2(92)	3(91)	
	Phal. 1.			1(33)				2(57)	1(51) 2(59)	3(65)				4(85)		5(100)	3(91) 4(91) 5(100)
Daum.	Phal. 2. poll.							1(60)			1(65)					2(100)	2(100)
	Phal. 1. poll.											2(71)	2(71)	3(89)			3(100)
	Phal. 1. poll.							2(60)	2(55)					3(81)	3(88)	4(100)	
Hand	1					2(50)	3(47)	3(57)		4(61)		5(76)	4(73)	6(85)	5(87)		
	2	4(24)					3(48) 4(50)	5(55)				6(78) 7(76)	5(76)			8(100)	6(90) 7(94) 8(100)
	3			5(38)				6(57)			5(63) 6(69)	8(77)		7(84) 9(90)	7(87)		8(100)
Vorderarm	a				8(40)			9(52)		10(65)			9(78)	11(86)	10(82)	12(95)	11(92) 12(100)
	b				9(40)	10(49) 11(44)					10(66)	12(74) 14(79)			11(84)		12(100)
	c					9(50)	9(41)	10(57)				13(78)	10(72)	15(87)	14(89) 13(84)	14(93) 16(91)	15(100)
	d				12(33)					12(66) 14(61)	14(64)	15(72)	15(80)	16(89)	16(88)	17(100)	17(100)
	e			13(32)					13(53)			15(76)		16(85)	15(81) 16(88)	18(100)	17(100)
Oberarm	a			16(38)						17(61)		18(76)	15(77)		16(86)	20(91) 22(100)	17(100)
	b	16(29)							16(60)	17(68)		30(20)	17(79)	18(86) 22(89)	18(90)	24(100)	20(96) 22(100)
	c			17(37)	17(37)	18(50)				19(64)	18(62)	20(80)		22(88)	19(84)	24(100)	20(91) 22(100)
	Acromion			19(32)				20(53)	19(56)	22(69)	20(63) 22(70)	24(76)		26(82) 28(85)	24(88)	30(91)	26(92) 28(94) 30(100)

Den beiden voranstehenden Tabellen zufolge ist — der Natur der Bedingungen gemäss — an einer und derselben Hautstelle ein zunehmend grösserer Abstand der 2 berührten Hautpunkte nothwendig, um eine zunehmend grössere Verhältnisszahl der richtigen Entscheidungen zu erhalten. Ausnahmen, als unvermeidliche Folge einer zu geringen Zahl von Einzelerfahrungen, kommen nur selten vor. Dabei versteht es sich, dass immer nur die Versuche mit gleicher Richtung der berührten Hautstellen (Längs- und Querrichtung) in dieser Hinsicht verglichen werden dürfen. Von Interesse ist die Thatsache, dass an feinfühlenden Stellen die Abstände der 2 berührten Hautpunkte verhältnissmässig stärker wachsen müssen, um eine grössere Zahl richtiger Entscheidungen zu geben, als an minder feinfühlenden; so ergibt z. B. die Dorsalseite der dritten Phalanx bei $\frac{3}{4}$ Linie Abstand (in der Längsrichtung der berührten Hautpunkte) $34^0/_0$ richtiger Fälle; bei 2 Linien dagegen $100^0/_0$; die Stelle c des Oberarmes bei 17 Lin. Abstand $37^0/_0$, bei 24 Lin. Abstand $100^0/_0$ richtiger Fälle. Man gelangt also in Hautstellen geringeren Raumsinnes verhältnissmässig leichter vom Wenigmerklichen zum Starkmerklichen, als in Bezirken von feinerem Raumsinn, eine Thatsache, welche für die Würdigung der, der Weber'schen Methode zu Grunde liegenden Versuchsbedingungen von grosser Erheblichkeit ist.

Schreiten wir in den Tabellen I und II vom Acromion stufenweise gegen die Finger weiter, so nimmt der zu einer Doppelempfindung erforderliche Abstand der 2 berührten Hautstellen, innerhalb derselben vertikalen Rubrik, immer mehr ab. Ausnahmen kommen nur vereinzelt vor, als Folgen einer zufällig zu geringen Zahl von Einzelversuchen an bestimmten Hautstellen.

Dem eben Gesagten zufolge können die für eine und dieselbe Hautstelle berechneten Empfindlichkeitswerthe bei verschiedenen Abständen der berührten Hautpunkte unmöglich scharf mit einander übereinstimmen, weil wir es hier mit Nebeneinflüssen zu thun haben, deren Eingreifen sich nicht beseitigen lässt.

Um die, in absoluten Zahlen ausgedrückten unmittelbaren Versuchsergebnisse als Maasse der Feinheit des Raumsinnes besser mit einander vergleichen zu können, sind die nachfolgen-

den Tabellen III und IV in der Art construirt, dass die am Acromion erhaltenen Werthe der Tabellen I und II = 100 gesetzt werden. In denjenigen Verticalrubriken der Tabellen I und II, welche keine Acromionwerthe enthalten, musste von einer anderen Hautstelle ausgegangen werden, deren relativer Empfindlichkeitswerth durch das eben angegebene, vom Acromion ausgehende, Hauptverfahren bereits festgestellt war. Es liegt in der Natur der Bedingungen, dass die auf diese Weise berechneten Verhältnisszahlen auf einem Grundwerth beruhen, der ebenfalls nur annähernd richtig sein kann; die Elimination der dadurch eingeführten Störung würde jedoch so zahlreich zu wiederholende Rechnungen erfordern, dass der erzielte Gewinn in keinem Verhältniss zu der aufgewandten Mühe stände. Ich beschränke mich desshalb auf das genannte Verfahren, das, wie wir bald sehen werden, vollständig ausreicht, um recht brauchbare Näherungswerthe zu erhalten. Indem ich in den Tabellen I—IV das Versuchsmaterial in blos 8 verticale Rubriken unterbrachte (entsprechend einem Fortschreiten der Zahlen der richtigen Fälle von 10 zu 10 Procent), nahm ich beispielsweise die Werthe 61% bis 70% richtiger Fälle als gleichbedeutend. Eine grössere Zahl von Verticalrubriken würde zwar eine grössere Genauigkeit der Verhältnisszahlen ergeben, aber andererseits den Uebelstand nach sich ziehen, dass in einer viel grösseren Zahl von verticalen Rubriken, als das in beiden nachfolgenden Tabellen der Fall ist, die als natürlichster Ausgangspunkt für die Rechnung verwendbaren Acromionwerthe fehlen würden.

Die Ueberschriften der nachfolgenden Tabellen beziehen sich wiederum auf die Procentzahl der richtigen Entscheidungen; die Einzelzahlen bedeuten die vergleichbaren Grössen des Raumsinnes der verschiedenen Hautbezirke, wobei der Raumsinn der Haut am Acromion = 100 gesetzt wird. Die eingeklammerten Zahlen sind aus der Rubrik „Mittelwerthe“ hereingetragen, um in denjenigen verticalen Rubriken, die keine Acromionbestimmungen einschliessen, der Berechnung der übrigen Verhältnisszahlen zu Grunde gelegt zu werden.

Tabelle III. Volarseite.

		21–30%		31–40%		41–50%		51–60%		61–70%		71–80%		81–90%		91–100%		Mittelwerthe
		längs	quer	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.	
Finger 2—5	Phal. 3. Apex							2678					2666			2600	2500	**2611**
	Phal. 3.						2292					2100			2200	1300	1250	**1828**
	Phal. 2.							1006	1900							1300	1250	**1364**
	Phal. 1.						1719					2100	1000			866	833	**1305**
	Phal. 1.			1908	1528				950			1050		1200	733	866		**1176**
Daumen	Apex pollicis		1501	2544									2000	2400				**2111**
	Phal. 2. poll.									2160	1816		1000			2600		**1894**
	Phal. 1. poll.		(1129)			1900						1050	1000			866	833	**1129**
Hand	a					859		1003			908			800	1100	578	455	**815**
	b							657	633					600	550	520	500	**576**
Vorderarm	a				305			286	271	(270)				266	275	260	263	**273**
	b				(191)	200	(191)	181					191		183	216	178	**191**
	c	232				211		200	211	197	181	168		171	200		208	**198**
	d					190		174			(173)	161		171	176	168	173	**173**
	e			(159)						160	152		154	160	157	162	166	**159**
Oberarm	a			127		119				128	121	117		120	133	118	133	**124**
	b					119		(118)	126		114	117		120	126	108	114	**118**
	c	(116)			96			118		120	107			117		130	127	**116**
	Acromion					100			100			100	100	100	100	100	100	**100**

Tabelle IV. Dorsalseite.

		21—30%		31—40%		41—50%		51—60%		61—70%		71—80%		81—90%		91—100%		Mittelwerthe
		längs	quer	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.	l.	q.	
Finger 2-5	Phal. 3.			2533						2200		2100	2400	1350			1400	**2047**
	Phal. 2.									2200	2100			1350	960	1000		**1522**
	Phal. 1.			1900				1000	1266	767				675		600	700	**987**
Daumen	Phal. 2. poll.							2000			2100	1200	1200			1500	1400	**1566**
	Phal. 1. poll.													900			933	**916**
	Phal. 1. poll.							1000	950					900	800	750		**880**
Hand	1					(1098)	606	666		550		480	600	450	480			**547,4** (616,2)
	2	518					519	400				369	480			875	400	**437,3**
	3			380				333			382	300		338	345		350	**346,8**
Vorderarm	a				256			222		220	210		266	245	240	250	243	**242,4**
	b				227	218						184			218		233	**216**
	c					242	(202)	200				184	240	180	178	207	187	**202**
	d				152					169	150	160	150	169	150	176	165	**160**
	e			146					146			160		169	155	167	165	**158,3**
Oberarm	a			119						129		133	150		150	141	165	**141,0**
	b	(129)							119	129		120	141	135	133	125	133	**129,4**
	c			112	(121)	(121)				116	117	120		123	126	125	133	**121,5**
	Acromion			100				100	100	100	100	100		100	100	100	100	**100**

Die Einzelglieder der Oberextremitäten beider Experimentatoren zeigten folgende durchschnittliche Längenwerthe in Pariser Linien: Oberarm 135 (für den Abstand des unteren Endes des Oberarmes von dem Drehpunkt des Oberarmbeines sind demnach 126 Linien anzunehmen) — Vorderarm 115,5 — Hand 41,2 — durchschnittliche Länge der Finger 2 bis 5: 37,2 Linien. Für die Finger musste das Durchschnittsmaass berechnet werden, da die Zahl der Versuche kaum hinreichen dürfte, um sichere Mittelwerthe der Feinheit des Raumsinnes jedes einzelnen Fingers aufstellen zu können. Phalanx 1 ist durchschnittlich 17,7 — Phal. 2: 10,8 — Phal. 3: 8,7 Linien lang.

Wenden wir uns zunächst zum Verhalten des Raumsinnes auf der Streckseite der oberen Extremität, so zeigen die „Mittelwerthe" der Tabelle IV eine ununterbrochene Zunahme der Feinheit des Raumsinnes in der Richtung vom Acromion zur Fingerspitze. Diese Zunahme erfolgt rasch auf der Haut der Hand, besonders aber der Finger, viel langsamer am Vorderarm, am langsamsten am Oberarm. Desshalb kann es nicht auffallen, dass diese letztere Erscheinung den älteren Forschern, die nach der Methode des eben merklichen Unterschiedes experimentirten, verborgen blieb. E. H. Weber sagt (Wagner's Handwört. d. Physiol. Bd. 3 Abth. 2 S. 538) mit Recht: „die Haut am Oberarme ist im Allgemeinen etwas unempfindlicher als die der Hand". Dagegen finden wir die weitere Behauptung des hochverdienten Forschers durchaus nicht bestätigt: „dass die Empfindlichkeit von der Hand bis zur Schulter sich nicht gleichmässig vermindert, sondern am Hand- und Ellenbogengelenk etwas grösser ist, als an den dazwischen gelegenen Theilen".

Wegen der enormen Verschiedenheiten, welche die einzelnen Glieder in dem Fortschritt der Feinheit des Raumsinnes in der Richtung nach abwärts zeigen, können — wie ich schon in meiner vorläufigen rein theoretischen Arbeit über diesen Gegenstand hervorgehoben habe — zunächst immer nur die verschiedenen Hautbezirke einer und derselben Hauptabtheilung der Oberextremität im Sinne meiner Hypothese mit einander verglichen werden. Zu diesem Zwecke ist es sehr vortheilhaft, die Versuchs-

resultate graphisch zu verzeichnen, d. h. die Abstände der geprüften Hautstellen von der Drehaxe des Gliedes auf die Abscisse und die zugehörigen vergleichbaren Maasse des Raumsinnes (die Mittelwerthe der Tabelle IV) als Ordinaten aufzutragen.

Verfahren wir in dieser Weise zunächst mit den Dorsalwerthen des Oberarmes (am besten in der Art, dass wir deren Differenzen vom Acromionwerth benützen) so liegen die Ordinatenenden der 3 untersuchten Punkte *c*, *b* und *a* sehr nahezu in einer Geraden, welche von *c* nach *a* mit geringer Neigung ansteigt. Verlängern wir die Gerade von *a* nach rückwärts, so ergiebt sich für die Hautstellen, welche auf der Höhe der (dem Nullpunkt der Abscisse entsprechenden) Gelenkaxe liegen, ein Ordinatenwerth von 12. Demnach ist das vergleichbare Empfindlichkeitsmaass der genannten Stelle 112, der Acromionwerth = 100 gesetzt. Die Feinheit des Raumsinnes macht also einen Sprung beim Uebergang über das Schultergelenk; wir werden auch bei andern Gelenken einem ähnlichen Verhalten begegnen.

Nach dem Vorausgeschickten gestalten sich die Verhältnisse für den Oberarm folgendermassen:

Tabelle V. Dorsalseite des Oberarmes.

Hautstelle.	Abstand der Hautstellen von der Gelenkaxe.		Vergleichbare Maasse der Empfindlichkeit (nach Tab. IV)	Empfindlichkeitszuwüchse	
	in Proc. der Länge d. Oberarmes.	A		absolut	B
Gelenkaxe	0	0	(112)	0	0
c	26	= 10	121,5	9,5	= 10
b	60	= 23	129,4	17,4	= 18
a	94	= 36	141,0	29,0	= 30

Demnach sind die Empfindlichkeitszuwüchse ziemlich proportional den zunehmenden Abständen der Hautstellen von der Drehaxe des Gelenkes, d. h. den zunehmenden Excursionsweiten der Hautstellen, wenn der Oberarm im Schultergelenk bewegt wird. Die Rubriken *A* und *B* sollen diese annähernde Uebereinstimmung besser ersichtlich machen. Die unterste Stelle des Oberarmes, die um 6% der ganzen Länge des Gliedes von Stelle *a* entfernt liegt, wird demnach einen relativen Empfindlichkeitswerth von 144 besitzen.

Verfahren wir in gleicher Weise mit den untersuchten 5 Hautstellen des Vorderarmes, so liegen wiederum die Enden von 4 Ordinaten ziemlich annähernd in einer Geraden; bloss Stelle *d* zeigt eine, gewiss zufällige, erhebliche Ausnahme. Diese Gerade steigt jedoch viel steiler an, als die Verbindungslinie der Ordinatenenden des Oberarms. Verlängern wir die Gerade nach rückwärts, so entspricht der Haut in der Nähe des Ellbogengelenkes ein Ordinatenwerth von 148. Es scheint also auch hier die Empfindlichkeit der Haut einen Sprung beim Uebergang über das Gelenk zu machen; doch ist die Zunahme so gering, dass ich weit entfernt bin, das Verhalten der Haut des Ellbogengelenkes als Beweis für den eben aufgestellten Satz zu betrachten. Das Nähere ergiebt die nachfolgende

Tabelle VI. Dorsalseite des Vorderarmes.

Hautstelle	Abstand der Hautstellen vom Ellbogengelenk, in Proc. der Vorderarmlänge	Vergleichbare Maasse der Empfindlichkeit (nach Tab. IV)	Empfindlichkeitszuwüchse
Gelenkaxe	0	(148)	0
e	10	158,3	10,3
d	28,5	160	12,0
c	50	202	54
b	71,5	216	68
a	93	242,4	94,4

Die Uebereinstimmung zwischen den beobachteten und berechneten Werthen der Hautstellen *e* und *c* ist so gross, dass die Abweichung an der zwischenliegenden Stelle *d* als eine zufällige betrachtet werden darf. Stelle *a* ist um 7 % der ganzen Länge des Gliedes vom Handgelenke entfernt; demnach beträgt der relative Empfindlichkeitswerth des Vorderarmes dicht am Handgelenke 250.

Die Linie, welche die 3 Ordinatenenden des Handrückens mit einander verbindet und zugleich nach rückwärts bis zu der, dem Handgelenke entsprechenden Stelle der Abscissenaxe verlängert wird, ist eine Gerade, welche ziemlich steil vom Nullpunkt der Abscissenaxe aufsteigt gegen die den Capitula ossium metacarpi entsprechende Stelle. Am Handgelenke scheint demnach die mehrerwähnte plötzliche Zunahme des Empfindlichkeitswerthes nicht stattzufinden.

Tabelle VII. Dorsalseite der Hand.

Hautstelle	Abstand der Hautstellen vom Handgelenk		Empfindlichkeitsmaasse (nach Tab. IV)	Empfindlichkeitszuwüchse	
	in Proc. der Länge der Mittelhand	A		absolut	B
Gelenkaxe	0	= 0	(250)	0	0
1	33	= 10	346,8	96,8	= 10
2	66	= 20	437,3	187,3	= 19
3	100	= 30	547,4 (616)	297,4	= 31 (38)

Auch auf dem Handrücken verhalten sich die Empfindlichkeitszuwüchse in der Richtung nach abwärts, einfach proportional den Abständen der Hautstellen vom Handgelenke. Stelle 3 des Handrückens hat (nach Tab. IV) den relativen Empfindlichkeitswerth 616; wenn man die, offenbar anomale, Zahl 1098 (Rubrik 40—50$^0/_0$ Tab. IV) weglässt, so ist das relative Empfindlichkeitsmaass dieser Stelle 547 und der Empfindlichkeitszuwachs entspricht, mit 297, genau unserem Gesetz.

Die Linie, welche die Ordinatenenden der Phalangen des 2. bis 5. Fingers verbindet, ist wiederum eine, und zwar sehr steil ansteigende, Gerade. Verlängern wir die Gerade nach rückwärts, bis zu der, dem ersten Fingergelenke entsprechenden Stelle, so erhalten wir für den Hautbezirk am Anfang der ersten Phalanx einen Empfindlichkeitswerth von 630. Es findet also eine erhebliche plötzliche Zunahme der Feinheit des Raumsinnes am ersten Fingergelenke statt. Die Einzelheiten macht die nachfolgende Zusammenstellung übersichtlich.

Tabelle VIII. Dorsalseite des zweiten bis fünften Fingers.

Hautstelle	Abstand der Hautstellen vom ersten Fingergelenk		Empfindlichkeitswerthe (nach Tab. IV)	Empfindlichkeitszuwüchse	
	in Pariser Linien	A		absolut	B
Basis der 1. Phalanx	0	0	(630)	0	0
1. Phalanx Mitte	8,8	= 100	987	357	= 100
2. Phalanx Mitte	23,1	= 262	1522	892	= 250
3. Phalanx Mitte	32,9	= 374	2047	1417	= 396

Die Werthe A und B sind einander nahezu gleich, soweit eine Uebereinstimmung bei derartigen delicaten Maassbestimmungen nur irgend erwartet werden kann. Der Spitze der Dorsalseite der 3. Phalanx kommt demnach ein vergleichbares Maass der Empfindlichkeit von 2200 zu.

An der Dorsalseite des Daumens wurden so wenige Versuche angestellt (bloss 182, die sich auf 3 Localitäten vertheilen), dass eine genauere Bestätigung unserer Norm hier nicht erwartet werden kann. Es ist genug erreicht, wenn wahrscheinlich gemacht werden kann, dass wir es hier mit keinem Ausnahmsfall zu thun haben.

	Abstand der untersuchten Stelle vom 1. Daumengelenk		Empfindlichkeitsmaasse
	in Par. Linien	relativ	
Phalanx I	3,3	= 1	880
	9,9	= 3	916
Phalanx II	18,3	= 5,6	1566

Nehmen wir das Mittel der 2 Werthe der 1. Phalanx, welches der Mitte dieses Gliedes entsprechen würde, und setzen wir wiederum, wie bei den Fingern, als Empfindlichkeitswerth der I. Phalanx unmittelbar am ersten Daumengelenk, die Zahl 630, so erhalten wir folgende Werthe:

Abstand von dem 1. Daumengelenk	Empfindlichkeitswerth	Empfindlichkeitszuwachs
2	898	278 = 2
5,6	1566	936 = 6,7

Die in den Tabellen V—VIII mitgetheilten Erfahrungen der Herren Kottenkamp und Ullrich bestätigen vollständig und genauer, als ich das von vorneherein für möglich gehalten hätte, das von mir früher bloss vermuthungsweise hingestellte Gesetz, dem ich nunmehr eine exactere Form, als das früher erlaubt war, geben kann.

Die 4 Hauptabtheilungen der oberen Extremität: Oberarm, Vorderarm, Hand und Finger zeigen in der Richtung von der

Schulter gegen die Fingerspitze eine ununterbrochene Zunahme der Feinheit des Raumsinnes der Haut. Die vergleichbaren Werthe der Feinheit des Raumsinnes innerhalb des Bereiches einer Hauptabtheilung sind jeweils die Summen zweier Grössen: einer constanten (*c*) und einer variabelen (*v*). Der sämmtlichen Stellen gemeinsame Werth (*c*) tritt rein hervor in dem Empfindlichkeitsmaass der Haut unmittelbar an der Gelenkaxe; die variabelen Werthe (*v*) dagegen verhalten sich einfach proportional den Abständen der Hautstellen von dem Gelenk, also auch den Bewegungsgrössen der Hautstellen bei der Rotation des Gliedes um das ihm eigenthümliche Gelenk. Die 4 Gelenke, auf welche die Werthe der Variabelen bezogen werden müssen, sind: das Schulter-, Ellbogen-, Hand- und erste Fingergelenk; dabei ist es sehr wahrscheinlich, dass beim Uebergang über diese Gelenke eine plötzliche, in der Regel jedoch nur mässige und unter Umständen schwer nachweisbare Zunahme der Feinheit des Raumsinnes erfolgt.

Geben wir unseren, die Feinheit des Raumsinnes ausdrückenden vergleichbaren Werthen eine andere Form, indem wir, wie schon Valentin verfuhr, auch die entsprechenden Stumpfheitswerthe berechnen, so zwar, dass der dritten Phalanx das Minimum, dem Acromion das Maximum der Stumpfheit zukommt und ermitteln wir die successive Zunahme der Stumpfheit des Tastsinnes in der Richtung gegen das Acromion, so lässt sich dem Gesetz der weitere Ausdruck geben: Die Producte der Stumpfheitszuwüchse in die Abstände der Hautstellen von dem nächst oberen Gelenke sind einander gleich.

Die Werthe von *v* sind absolut und relativ am geringsten am Oberarm, am grössten an den Fingern. In gleichen Abständen von den zugehörigen Gelenkaxen verhalten sich die Empfindlichkeitszuwüchse am Oberarm, Vorderarm, der Hand und den Fingern wie 1 : 3,5 : 29 : 160.

Die Dorsalseite gibt, weil sie nur ausnahmsweise zum absichtlichen Tasten verwandt wird, die Beziehungen zwischen der Bewegungsgrösse der Theile (also auch den Bewegungsvorstellungen)

und der Ausbildung des Raumsinnes der entsprechenden Hauptparthien reiner und unverfälschter wieder, als das auf der Beugeseite der Fall ist. Doch lässt sich, nach dem einmal von uns Erkannten, das Walten derselben Norm auch auf der Beugeseite nachweisen.

Die vergleichbaren Werthe der Feinheit des Raumsinnes auf der Volarseite des Oberarmes nehmen (s. die Mittelwerthe der Tab. III) ununterbrochen zu in der Richtung gegen das Ellbogengelenk. Verzeichnen wir dieselben graphisch und verlängern wir nach rückwärts die Verbindungslinien zwischen je zwei Ordinatenenden, so erhalten wir 3 Gerade, welche Punct *c* des Oberarmes mit *b*, *b* mit *a* und *a* mit *c* verbinden. Für die volaren Hautstellen, welche auf der Höhe der Gelenkaxe liegen, erhalten wir dann die drei Empfindlichkeitswerthe 115, 112,5 und 107,5. Das Mittel aus diesen — allerdings ziemlich differirenden Zahlen — ergibt den Werth 112, der dem, auf viel besser übereinstimmenden Zahlen beruhenden Werth der analogen Dorsalstellen übrigens identisch ist. Von diesem Werth haben wir auszugehen, bei der Berechnung der Empfindlichkeitszuwüchse der 3 untersuchten Stellen des Oberarmes.

Tabelle IX. Volarseite des Oberarmes.

Hautstelle	Abstand der Hautstelle von der Axe d. Schultergelenkes		Empfindlichkeitsmaasse	Empfindlichkeitsunterschiede	
	in Proc. der Länge des Oberarmes	A		absolut	B
Axe	0	0	(112)	—	—
c	26	= 10	116	4	= 10
b	60	= 23	118	6	= 15
a	94	= 36	124	12	= 30

Der Empfindlichkeitswerth für die unterste Stelle des Oberarmes berechnet sich auf 125. Die Hautstellen des Vorderarmes zeigen ebenfalls eine Zunahme der Feinheit des Raumsinnes in der Richtung nach abwärts, mit Ausnahme der Stelle *b*. Die Verlängerung der die Ordinatenenden verbindenden Linien nach rückwärts gibt als durchschnittlichen Feinheitswerth der obersten Stelle des Vorderarmes 143.

Tabelle X. Volarseite des Vorderarmes.

Hautstelle	Abstand der Hautstelle vom Ellbogengelenk in Proc. der Länge des Vorderarmes	Empfindlichkeitswerthe	Empfindlichkeitsunterschiede	
	A		absolut	B
Gelenk	0	(143)	—	—
e	10	159	16	= 10
d	28,5	173	30	= 19
c	50	198	55	= 35
b	71,5	191	48	= 30
a	93	273	130	= 81

In den voranstehenden beiden Tabellen entsprechen die Werthe der Rubriken *A* und *B* einander viel weniger, als wir das bei der Dorsalseite gefunden haben; doch lässt sich das Eingreifen unserer Norm auch hier nicht verkennen.

Der untersten Stelle des Vorderarmes kommt das relative Empfindlichkeitsmaass 285 zu. Mit Zugrundelegung der an der Hohlhand angestellten Beobachtungen ist der Empfindlichkeitswerth am Anfang der Hohlhand (unmittelbar am Gelenk) 340. Die Feinheit des Raumsinnes erfährt also auf der Volarseite beim Uebergang über jedes der bisher betrachteten 3 Gelenke die schon mehrfach hervorgehobene plötzliche, mässige Zunahme. Für die Hand ergeben sich folgende Verhältnisse:

Tabelle XI. Hohlhand.

Hautstelle	Abstand der Hautstelle vom Handgelenk		Empfindlichkeitsmaasse	Empfindlichkeitszuwüchse	
	in Proc. der Länge der Hand	A		absolut	B
Handgelenk	0		(340)		
a	33	= 10	576	236	= 10
b	75	= 23	815	475	= 20
Capitula ossium metacarpi	(100)	= 30	(1004)		

Der berechnete Empfindlichkeitswerth an den Mittelhandköpfen ist 1004. Die Volarseite der Finger zeigt, in Tab. III, auf der

ersten und zweiten Phalanx eine langsame, auf der dritten Phalanx aber eine sehr schnelle Zunahme der Feinheit des Raumsinnes. Diese Ausnahme von der Norm besteht jedoch höchst wahrscheinlich nicht in der Wirklichkeit; der beobachtete Empfindlichkeitswerth 1364 der Mitte der Volarseite der zweiten Phalanx ist nämlich kleiner als der, 1522 betragende Empfindlichkeitswerth der Dorsalseite der zweiten Phalanx, was der sicheren Erfahrung widerspricht, dass die Volarseite der Glieder, der dorsalen gegenüber, bevorzugt ist. Aus diesem Grund ist mit Bestimmtheit anzunehmen, dass der Empfindlichkeitswerth der Volarseite der zweiten Phalanx mindestens 1522 betrage; unter dieser Voraussetzung macht die Volarseite der Finger keine erhebliche Ausnahme von der Norm und ist die mässige Abweichung, die sie noch bietet, durch den vorzugsweisen Gebrauch der Volarseite der dritten Phalanx als Tastorgan erklärlich. Die Mitte der 1. Phalanx hat alsdann einen Empfindlichkeitswerth 1240 (Mittel der beobachteten 1176 und 1305), die Mitte der 2. Phalanx mindestens 1522, und die Mitte der dritten 2060. Die Empfindlichkeitszuwüchse sind (als Differenzen von 1004) 226, 518 und 1056; die Abstände vom ersten Fingerglied 8,8, 23,1 und 32,9 Linien. Die Empfindlichkeitszuwüchse schreiten im Verhältniss 10 : 23 : 47, die Abstände vom ersten Fingerglied im Verhältniss 10 : 26 : 38 weiter.

Auch auf der Volarseite des Daumens — soweit aus den wenigen, an dieser Localität angestellten Versuchen ein Schluss erlaubt ist — scheint gegen die Spitze hin die Feinheit des Raumsinnes rascher fortzuschreiten. Der Empfindlichkeitswerth am Anfang der 1. Phalanx mag etwa 870 betragen (für die auf gleicher Höhe liegende Partie der Hohlhand fanden wir 815).

Tabelle XII. Volarseite des Daumens.

	Abstand vom 1. Daumengelenk in Proc. der Daumenlänge	Empfindlichkeitsmaasse	Empfindlichkeitszuwüchse
I. Gelenk	0	(870)	—
Phal. I	28 = 10	1129	259 = 10
Phal. II {	67 = 24	1894	1024 = 39
	103 = 36	2100	1300 = 50

Ziehen wir zum Schluss die Mittel der Empfindlichkeitsmaasse aus den Volar- und Dorsalwerthen, indem wir aus unsern, den Versuchszahlen entnommenen, graphisch verzeichneten Ordinatenwerthen der äquivalenten Hautstellen beider Seiten die Mittel nehmen, so erhalten wir folgende Werthe:

Tabelle XIII. Durchschnittsmaasse des Raumsinnes aus den Volar- und Dorsalwerthen.

	Hautstelle	Abstand der Hautstelle vom zugehörigen Gelenk in Proc. der Länge des Gliedes	Vergleichbare Maasse des Raumsinnes	Zunahme des Raumsinnes beim Uebergang über das Gelenk
	Acromion	—	100	
Oberarm	Gelenk	0	112	12
	c	26	118,7	
	b	60	124	
	a	94	134	
	—	100	135	11
Vorderarm	Gelenk	0	146	
	e	10	159	
	d	28,5	167	
	c	50	202	
	b	71,5	204	
	a	93	257	
	—	100	267	
Hand	Gelenk	0	295	28
	·	33	448	
		66	598	
	Cap. oss. metac.	100	773	
2.—5. Finger	Phal. I am 1. Fingergelenke	0	855	82
	Phal. I. Mitte	24 [1])	1108	
	Phal. II. Mitte	62	1443	
	Phal. III. Mitte	88	2040	
	Phal. III. Ende	100	2420	

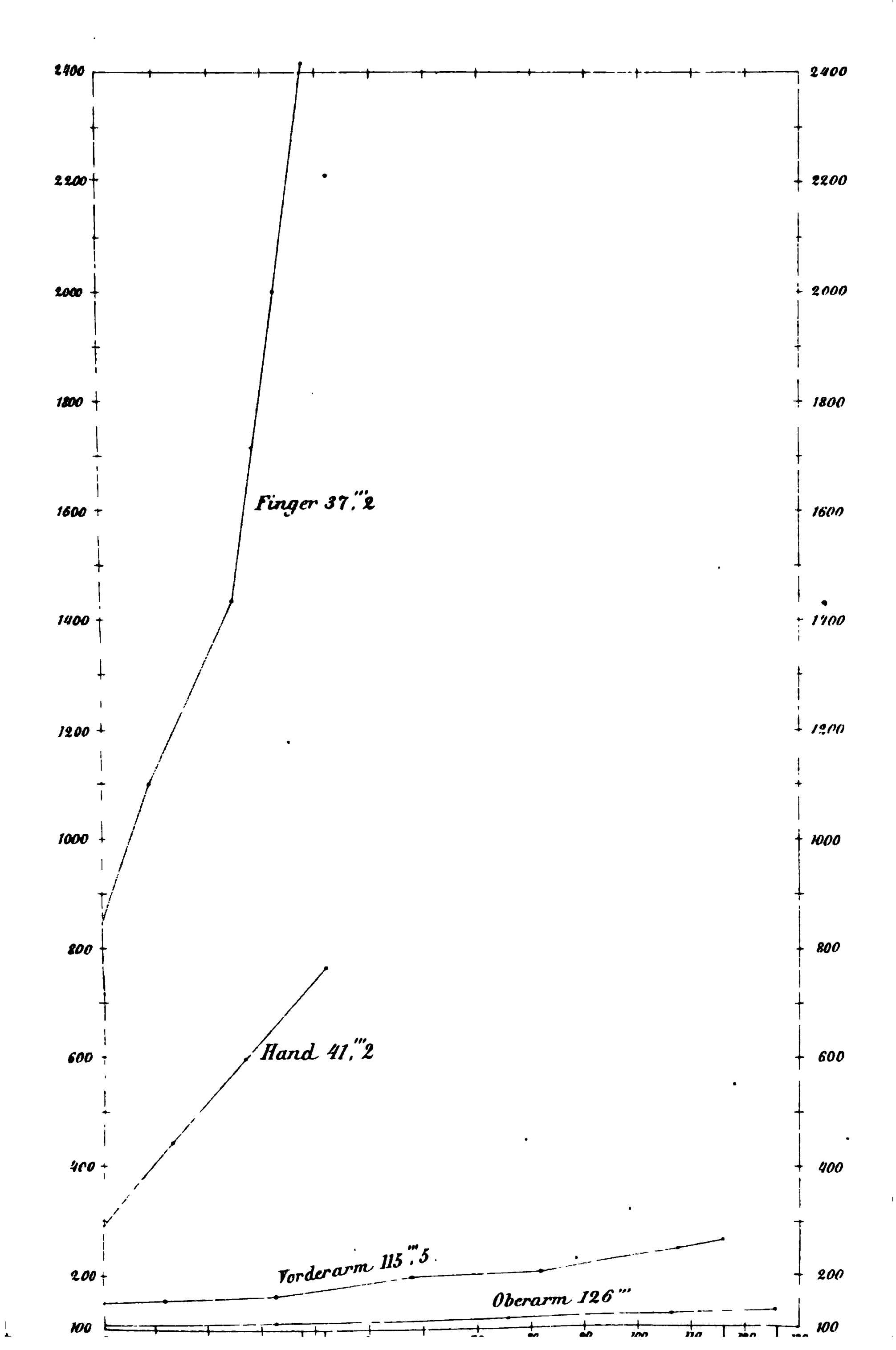
Zur besseren Uebersicht sind diese Werthe auf beistehender Tafel graphisch verzeichnet. Auf die Abscisse sind in Pariser Linien die Längenmaasse der vier Hauptabtheilungen der oberen Extremität

1) Beim Finger sind die Abstände auf das 1. Fingergelenk bezogen un ebenfalls in Procenten der Gesammtlänge des Fingers angegeben.

eingetragen, wobei der Nullpunct den vier Hauptgelenken entspricht. Die Ordinaten, resp. die die Ordinatenenden verbindenden Geraden drücken die vergleichbaren Maasse der Entwickelung des Raumsinnes an jedweder Stelle der oberen Extremität aus; dem Fusspunct der Ordinaten entspricht mit der Verhältnisszahl 100 die Haut am Acromion. Man übersieht ausserdem die so sehr verschiedenen Empfindlichkeitszuwüchse innerhalb der 4 einzelnen Hauptabtheilungen; ferner das Verhältniss der Grössen c (Constanten) und v (Variabelen) und kann aus dem Ansteigen der die Ordinatenhöhen verbindenden Geraden entnehmen, dass diese, aus der Beobachtung direct abstrahirten Mittelwerthe dem von mir aufgestellten Gesetz mit einer relativen Genauigkeit gehorchen, die kaum etwas zu wünschen übrig lässt. Namentlich verschwinden bei dieser Zusammenlegung der dorsalen und volaren Werthe einzelne Anomalien, besonders die, welchen wir an der Volarseite der Finger früher begegnet sind.

Die nähere Erörterung der reellen Beziehungen, welche nothwendigerweise zwischen der Entwickelung des Raumsinnes und den Bewegungsgrössen der verschiedenen Hautstellen eines Gliedes existiren, werde ich in einer späteren Arbeit versuchen.

Zeitschrift f. Biologie 1870 Bd 6 zu pag. 72



Beiträge zur Physiologie des Fettgewebes.

Von

Dr. Victor Subbotin,

Privatdocent an der Universität Kiew.

Die Frage über die Bildung der im Fettgewebe der thierischen Organismen sich anhäufenden Fette, und namentlich die Frage, ob die Albuminate als Material zur Fettbildung dienen, war bis in die neueste Zeit nicht hinlänglich ergründet. Freilich hat man früher, auf vereinzelte Thatsachen sich stützend, die Möglichkeit einer solchen Umwandlung vorausgesehen, aber Thatsachen, die geradezu zeigen, dass in einem gewissen Orte des thierischen Körpers das in ihm vorhandene Fett aus nichts anderem als aus Albuminaten gebildet worden ist, fehlten uns, und die Hypothese blieb, freilich mehr oder weniger begründet, doch eine Hypothese. Dennoch ist die völlige Aufklärung der Frage über das physiologische Verhalten solcher Körper, wie der Albuminate, von grösster Wichtigkeit, da die Ablagerung des Fettes und die Verfettung der thierischen Organe zu denjenigen Acten des Ernährungsprocesses gehören, mit denen der praktische Arzt sowohl als auch der Physiologe alltäglich zu thun hat.

Ich unternahm daher eine Untersuchung in dieser Richtung, die ich in einer ausführlichen Schrift [1]) in russischer Sprache besprochen habe, und von der ich hier nur die Hauptresultate in Kürze mittheilen will, die historische Abtheilung derselben, in welcher ich die Beziehung meiner Arbeiten zu den früheren betrachte, ganz bei Seite lassend.

---

1) „Матеріалы для Физіологіи жировой ткани". gr. 8°. S. 72, 1869, im Februar.

Die völlige Erkenntniss der Bildung der im Fettgewebe sich ablagernden Fette setzt die Beantwortung der folgenden Fragen voraus:

1) Gibt es im thierischen Organismus einen unmittelbaren Uebergang der Fette aus dem Darmkanal in die Elemente des Fettgewebes?
2) Bilden sich die Fette erst in den Elementen des Fettgewebes, und wenn es so ist, sind es:
   a) Albuminate, oder
   b) die Kohlehydrate, oder
   c) Albuminate und Kohlehydrate zusammen, die das Material dafür liefern?
3) Gibt es im thierischen Organismus eine synthetische Bildung der Fette im Sinne der Kühne'schen Hypothese?

Eine faktische Beantwortung aller dieser Fragen, die uns eine vollständige Aufklärung über die Fettbildung im thierischen Organismus geben würde, war mir leider wegen Mangel an Untersuchungsmethoden bis jetzt unmöglich; ich vermag nämlich die Fragen 2b und 2c nicht direct durch Experimente zu lösen, dennoch werden sie uns nach der Beantwortung der anderen Fragen in ziemlich hellem Lichte erscheinen.

Zur Entscheidung der der Untersuchung zugänglichen Fragen habe ich folgenden Weg eingeschlagen.

Die 1. Frage schien mir positiv entschieden zu sein, wenn es gelingen würde in dem Fettgewebe eines Thieres ein Fett oder einen fettartigen Körper nachzuweisen, den das normale Fett dieses Thieres nicht enthält, welches aber in den Darmkanal desselben eingeführt und von den Chylusgefässen eingesaugt worden war. Als Material zu einem solchen Versuche wählte ich das Spermacet aus.

Zur Beantwortung der 2. und 3. Frage glaubte ich auf folgende Weise zu gelangen. Wenn man ein Thier, welches durch langes Fasten möglichst abgezehrt ist, mit Albuminaten und einem Fett füttert, das nicht alle normalen Bestandtheile des Fettes der gegebenen Thierart enthält, und wenn es sich dann herausstellt, dass, obgleich die Nahrung kein Stearin z. B. enthielt, das neugebildete Fett doch die normale Zusammensetzung hat, so würde es bewiesen

sein, dass das Stearin im thierischen Organismus sich aus Albuminaten gebildet hat.

Diese Frage positiv beantwortet angenommen, schien es mir ferner wahrscheinlich, dass bei den Versuchen von Radziejewsky[1]), die zur Begründung der Kühne'schen Hypothese über die synthetische Fettbildung im Thierorganismus gedient haben, das in reichlicher Menge im subcutanen Gewebe und um die inneren Organe abgelagerte Fett sich auch aus Albuminaten gebildet hat. Um diese Voraussetzung factisch nachzuweisen, schien es mir genügend, die Versuche von Radziejewsky zu wiederholen, aber in einer exacteren Form, indem ich zum Versuche nicht eine gewöhnliche Seife nahm, sondern eine Seife von bestimmter Zusammensetzung, in welcher eine der im Fette des thierischen Organismus enthaltenen Säuren, z. B. die Oleinsäure, fehlt. Würde sich dabei zeigen, dass im Fettgewebe des Thieres das neutrale Fett der in der Seife fehlenden Säure enthalten ist, so wäre es klar, dass das Fett als ganzes, sowohl seine Säure als auch sein Glycerin aus Albuminaten entstanden ist. Wenn sich aber Stearin oder Olein aus Albuminaten bilden können, so ist es klar, dass derselbe physiologische Process auch bei den Bedingungen, unter welchen sich das Thier in dem Experimente von Radziejewsky befand, stattgefunden hat.

Nach Entwurf dieses Versuchsplanes ging ich zu den Versuchen über, zunächst zur experimentellen Beantwortung der ersten Frage:

1) Ist ein directer Uebergang der Fette in unverändertem Zustande aus dem Darmkanale in das Fettgewebe möglich.

Zu diesem Zwecke fütterte ich einen vorher möglichst abgemagerten Hund mit Fleisch und Spermacet, welches mit zwei Theilen Talg (1 : 2) zusammengeschmolzen worden war, um das schwer schmelzbare Spermacet in eine leichter schmelzbare Masse (37—38° C.) zu verwandeln, und so die Absorption desselben zu begünstigen.[2])

1) Radziejewsky, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1866. p. 351.

2) Vergl. die Versuche von Bouchardat et Sandras, Comptes rend. de l'Acad. des Sc. t. XVI.

Der Hund bekam täglich 150 Grm. Brod und dazu anfangs 400 Grm., später 800 Grm. Fleisch und ungefähr 100 Grm. von dem oben erwähnten Fettgemenge. Während der ganzen Zeit hat der Hund ungefähr 3368 Grm. des Fettgemenges verzehrt, das mehr als 1000 Grm. Spermacet enthielt.

Der Versuch wurde den 29. Juli 1867 begonnen und den 29. August beendigt. Die folgende Tabelle enthält einen Theil der erhaltenen Resultate:

Tabelle Nr. 1.

Datum 1867	Gewicht d. Hundes	Gewicht d. Koths	Fett im Koth	Gehalt an	
				Aethal	Spermacet
Juli	Kilo	Grm.	Grm.		
29.	9,660				
30.		46	11		
Aug.					
2.		107,0	20,4		
4.		113,0	28.3		
8.		148,0	37,0		
9.		80,0	17,5	4,76	9,43
13.		152,0	31,75		
14.	9,950	74,0	9,45		
16.		83,0	18,12		
17.		115,0	30,52		
21.	10,250	86,0	11,47		
23.		72,0	15,8		
24.		81,0	17,6		
27.		122,0	18,27		
29.	10,600				
		1279,0	246,56		

Die in der Tabelle angeführten Zahlen zeigen uns ganz bestimmt, dass das Spermacet vortrefflich im Darmkanal absorbirt wurde, denn wenn wir auch annehmen würden, dass der ätherische Auszug vollständig aus Spermacet bestände, so würde auch dann die absorbirte Spermacetmenge fast 800 Grm. betragen.

Nachdem ich zu diesem Resultate gelangt war, suchte ich das Spermacet im Fettgewebe aufzufinden. Im Fett des Unterhautzellgewebes konnte ich aber kein Spermacet nachweisen; das Fett des Netzes und des Gekröses enthielt Spermacet (?), aber in ausserordentlich kleinen Mengen[1]), namentlich das erstere enthielt, als

1) Ich bin geneigter zu glauben, dass jene Spuren krystallinischer Substanz, die ich nach dem Verdunsten des ätherischen Auszugs aus dem verseiften Fette

Maximum, ungefähr $^{13}/_{10000}$, das zweite ungefähr $^{21}/_{10000}$ Spermacet, während die Menge des Spermacets zu der übrigen Fettmenge, welche dem Hunde zugeführt wurde, sich wie 1 : 2 verhielt.

Es folgt also, dass das Spermacet, welches im Darmkanal absorbirt worden war, fast gänzlich im Blut zerstört wurde, und dass es nur in geringer Menge in das Fettgewebe eintrat und zwar nur in dasjenige, welches in der Nähe der Absorptionsorgane sich befindet und in naher Beziehung zu den Chylus- und Lymphgefässen steht. Desshalb muss die Antwort auf die Frage — ist ein Uebergang der Fette aus dem Darmkanal in das Fettgewebe möglich? — folgendermaassen formulirt werden: man kann die Möglichkeit eines directen Uebergangs der Fette aus dem Darmkanal in's Fettgewebe bis jetzt nicht absolut verneinen; dieser Uebergang spielt aber, wenn er auch wirklich existirt, eine ganz untergeordnete Rolle und trägt schwerlich zur Anhäufung der Fette im Fettzellgewebe merklich bei. Den Uebergang der Fette aus dem Darmkanal in's subcutane Fettgewebe kann man aber schon jetzt für den Fleischfresser ganz verneinen, und es ist mir das Gleiche für den Pflanzenfresser im höchsten Grade wahrscheinlich.

Ich wende mich jetzt zu der zweiten Frage.

2) Bilden sich die Fette aus Albuminaten in den Elementen des Fettgewebes selbst?

Den Versuch, welcher diese Frage lösen sollte und dessen Grundlagen ich schon oben besprochen habe, führte ich in der Art aus, dass ich einen möglichst abgemagerten Hund mit sorgfältig von Fett befreitem Fleische und Palmöl (das nur aus Palmitin und Olein besteht) fütterte. Das Fleisch wurde von dem anhängenden Fette

---

erhielt, und die man als Spermacet betrachten könnte, in der That nicht aus Spermacet bestanden haben. Die ganz geringe Menge der fraglichen Substanz war nur der microscopischen Untersuchung zugänglich, wobei es sich erwies, dass zwischen den Krystallen, die denen des Spermacets und Aethals glichen, eine Menge von charakteristischen Cholestearinkrystallen sich vorfand; ich glaube daher, dass vielleicht die ganze Masse des krystallinischen Rückstandes des ätherischen Auszuges aus Cholestearin bestand. Die Krystallform ist aber kein ganz zweifelloses Kennzeichen und nur eine Elementaranalyse könnte hier über das Vorhandensein des Spermacets entscheiden, die bei der ganz kleinen Quantität der zu untersuchenden Substanz leider nicht auszuführen war.

sorgfältig getrennt und dann noch das in ihm enthaltene Fett jedesmal durch Aetherextraction [1]) quantitativ bestimmt. Das gebrauchte Palmöl enthielt circa 50,1 % Palmitin. Der Hund (Nr. 2) hatte vorher (man gab ihm täglich nur Wasser und ein kleines Stück Brod) während zwei Wochen gehungert, nach welcher Zeit er sich kaum auf den Füssen halten konnte; sein Gewicht betrug nur 9,275 Kilo; mit dem Fleisch und Palmöl mästete er sich dann schnell und bei Beendigung des Versuchs, nach 25 Tagen, hatte er um 3 Kilo an Gewicht zugenommen.

Tabelle Nr. 2.

Datum 1867	Gew. des Hundes	Quantität der tägl. Fleischeinnahme	Quantität der tägl. Palmöleinnahme	Menge des Fleisches zur Fettbestimmung	Proc.-Gehalt des Fleisches an Fett	Gehalt d. Fleisches an Zucker 0,2 %	Gesammtmenge d. Fettes im Fleisch	Quant. des abgelagerten Fettes
Oct.	Kilo	Grm.	Grm.	Grm.			Grm.	Grm.
9.	9,275	470	150	6,685	1,74			
10.		235	60 }	5,947	1,87			
11.		235	60 }					
12.		620	120	4,592	2,21			
13.		680	200	8,118	1,44			
14.		620	200	—				
15.		715	200	4,804 }				
16.		760	200	8,810 }				
17.		735	100	7,422 }	1,68			
18.		760	100	— }				
19.		170	200	8,432 }				
20.		700	240	8,865 }				
21.		720	200	10,090 }				
22.		785	215	5,349 }	1,69			
23.		755	200	— }				
24.		705	200	6,650 }				
25.		724	250	—				
26.		520	200	10,801	2,18			
27.		720	250	8,453	1,83			
28.		780	250	8,432	1,79			
29.		792	200	6,530	2,90			
30.		715	200	—				
31.		435	200	—				
Nov.								
1.	12,30	720	—	—				
2.		600	200	30,000	1,74			
		16191	4395	149,92	1,92	32,4	310,7	1193

1) F. Hoppe-Seyler, Handb. d. physiol. chem. Analyse, S. 101.

Das Fett aus verschiedenen Gegenden des Körpers wurde besonders gesammelt und der Analyse unterworfen, deren Resultate in folgender Tabelle zusammengestellt sind:

Tabelle Nr. 3.

Hund Nr. 2	Schmelzpunkt in °C.	100 Theile des Fetts enthalten				100 Th. feste Fettsäuren enthalten Stearinsäure
		feste Glyceride	Palmitin	Stearin	Olein	
A	30,5	59,80	50,8	9,0	40,2	15
B	40,0	66,50	53,3	13,2	33,5	20
C	40,5—41	69,40	56,5	13,9	30,6	20

A. Fett aus dem subcutanen Fettzellgewebe des vorderen Körpertheiles des Hundes.

B. Fett aus dem Gekröse.

C. Fett aus dem die Nieren umgebenden Fettzellgewebe.

Alle diese, wie auch die folgenden Fettanalysen wurden nach derselben Methode ausgeführt, welche auch Oudemann jun.[1]), gleichzeitig mit mir, bei seinen Analysen ostindischer Fettarten anwandte.

Die in der obigen Tabelle enthaltenen analytischen Resultate zeigen unzweifelhaft, dass alle Fettproben eine beträchtliche Stearinmenge enthalten, — also einen Körper, der in den Bestandtheilen des Fettes, das dem Hunde zugeführt wurde, nicht enthalten war. Dieser Körper hat sich folglich im Organismus des Hundes gebildet und zwar aus Albuminaten, da der Hund nur mit einem bestimmten Fette und Albuminaten gefüttert wurde.

Indem ich die Folgerungen, die man aus diesem Versuche ziehen kann, weiter im Zusammenhange mit den Resultaten anderer Versuche zu besprechen mir vorbehalte, gehe ich jetzt zur Auseinandersetzung des Versuchs über, der die dritte Frage zu lösen sucht, welche lautet:

3) Kommt im thierischen Organismus eine Synthese der Fette im Sinne der Kühne'schen Hypothese vor?

1) Zeitschr. f. Chem., N. F. Bd. III, S. 256.

Der schon oben erwähnte Versuchsplan bestand darin, einen möglichst abgemagerten Hund (Nr. 3) mit sorgfältig von Fett befreitem Fleisch und einer Seife, die nur zwei von den drei im Fett des Hundes sich vorfindenden Fettsäuren enthält, zu füttern. Eine solche Natronseife bereitete ich mir durch Verseifen des käuflichen, durch Krystallisation aus Alcohol von dem beigemengten Olein befreiten Stearin, welches nur Palmitinsäure und Stearinsäure enthielt. Der Versuch dauerte 6 Wochen, wobei das Gewicht des Hundes um 3,39 Kilo zunahm.

Tabelle Nr. 4.

Datum	Gewicht des Hundes	Quantität der täglichen Fleisch-einnahme	Quantität der täglich eingeführten Seife	Quantität des Fettes im Fleisch = 2 %	Quantität des abgelagerten Fettes
1867 Decbr.	Kilo	Grm.	Grm.		
4.	8,100	—	—		
15.	7,060	350	100		
16.		470	100		
17.		440	100		
18.		617	100		
19.		598	100		
20.		550	100		
21.		620	100		
22.		649	100		
23.		715	70		
24.		721	65		
25.		755	73		
26.	7,920	747	80		
27.		749	100		
28.		728	100		
29.		719	100		
30.		757	100		
31.		603	100		
1868 Jan.					
1.		568	80		
2.		615	100		
3.		474	100		
4.		750	100		
5.		615	100		
6.		727	100		
7.		773	100		
8.	8,520	794	100		
9.		998	100		
10.		1140	100		
11.		814	100		
12.		967	150		
13.		1048	100		

Datum	Gewicht des Hundes	Quantität der täglichen Fleisch-einnahme	Quantität der täglich eingeführten Seife	Quantität des Fettes im Fleisch = 2%	Quantität des abgelagerten Fettes
1868 Jan.	Kgrm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
14.	9,052	1180	100		
15.		1109	100		
16.		1099	100		
17.		1031	100		
18.		1070	150		
19.		215	100		
20.		947	100		
21.		1025	150		
22.		898	100		
23.		994	100		
24.		1110	100		
25.	10,450	1007	150		
	+ 3,390	32768	4058	645	964

Folgende Tabelle enthält die Resultate der analytischen Untersuchung der Fette, die aus zwei verschiedenen Körpertheilen des Hundes Nr. 3 entnommen wurden.

Tabelle Nr. 5.

Hund Nr. 3.	Schmelzpunkt des Fettes in °C.	Gehalt in 100 Theilen d. Fettes				Schmelzp. der festen Fettsäuren in °C.	Gehalt an Stearinsäure in 100 Th. der festen Säuren
		feste Glyceride	Palmitin	Stearin	Olein		
A	40,0	66,0	52,8	13,2	34,0	57,5	20
B	42	67,0	53,6	13,4	33,0	57,5	20

Die in dieser Tabelle angeführten Thatsachen beweisen unzweifelhaft, dass beim Füttern des Hundes mit Albuminaten und einer Seife, die keine Oleinsäure enthält, das im Fettgewebe sich anhäufende Fett alle Eigenschaften besass, wie das Fett, welches unter den gewöhnlichen Ernährungsbedingungen in den entsprechenden Theilen des Organismus sich abgelagert hatte. In diesem Falle also hat sich das Olein, so wie im vorigen Versuch das Stearin, im thierischen Organismus in den Elementen des Fettgewebes aus dem zugeführten Nahrungsmateriale d. h. aus Albuminaten, gebildet.

Ich wende mich jetzt zu der Erörterung der Folgerungen, die man aus meinen so wie auch aus den früher in derselben Richtung gemachten Versuchen ziehen kann, und gleichzeitig zur Beantwortung der oben angeführten Fragen über die Fettbildung im thierischen Organismus.

Meine Versuche haben gezeigt, dass ein directer Uebergang der Fette der Nahrung in das Fettgewebe sehr unwahrscheinlich ist, denn es stellte sich nur ein zweifelhafter Einfluss auf die Anhäufung des Fettes in dem Fettgewebe überhaupt, und gar keiner auf die Anhäufung des Fettes im subcutanen Zellgewebe heraus; das sich anhäufende Fett konnte sich nur aus den Albuminaten in den Elementen des Fettgewebes gebildet haben, da nur auf diese Weise die Beständigkeit der quantitativen und qualitativen Zusammensetzung der Fette bestimmter Thierarten zu erklären ist.

Tabelle Nr. 6.[1])

Bezeichn. des Thieres und Körpertheils	Schmelzpunkt des Fettes in ° C.	Gehalt in 100 Theilen des Fettes				Gehalt an Stearinsäure in 100 Th. der festen Säuren	Schmelzpunkt des Gemenges der festen Fettsäuren in ° C.
		feste Glyceride	Palmitin	Stearin	Olein		
2 A	30,5	59,80	50,80	9,00	40,20	15	58,5
2 B	40,5	66,50	53,30	13,20	33,50	20	}
2 C	40,5—41	69,20	55,36	18,24	30,80	20	} 57,5
3 A	40,0	66,00	52,80	13,20	39,00	20	} 53,5—54
3 B	42,0	67,00	53,60	13,40	33,00	20	}
4 A	40—40,5	64,10	44,87	19,23	35,90	20	55—52
4 B	42,5	72,20	39,72	32,48	27,80	45	56,5—57 54,5

Die angeführte Tabelle zeigt unwiderleglich, dass das Fett der inneren Organe reicher an den schwerschmelzbaren Fetten — Stearin und Palmitin, das Fett des subcutanen Fettzellgewebes reicher an Olein ist, was mit den früheren Beobachtungen (Berzelius, Lassaigne etc.) ganz in Einklang steht. Diese Thatsachen können natürlich nicht zufällig sein und ihr Grund muss, wie mir scheint,

1) In dieser Tabelle ist auch (unter Nr. 4) die Zusammensetzung des Fettes eines Hundes, der unter den gewöhnlichen Bedingungen der Ernährung sich befand, angeführt.

in der verschiedenen Energie der Processe der chemischen Umwandlung der verschiedenen Theile oder Localitäten des Fettzellgewebes gesucht werden. Diese verschiedene Intensität des Stoffwechsels wird durch die Verschiedenheit der Bedingungen, welche auf den Gang der chemischen Processe von Einfluss sind, bedingt, und unter diesen Momenten ist wohl auch die Temperatur zu berücksichtigen, die in den inneren Körpertheilen höher ist, als in den äusseren. Die Oleinsäure, $\left.\begin{matrix} C_{16}H_{30}(C_2H_3)O \\ H \end{matrix}\right\} O$, und das Olein, $\left.\begin{matrix} C_3H_5''' \\ 3[C_{16}H_{30}(C_2H_3)O] \end{matrix}\right\} O_3$, sind sauerstoffärmere Zerspaltungsproducte der Albuminate als z. B. die Palmitinsäure, $\left.\begin{matrix} C_{16}H_{31}O \\ H \end{matrix}\right\} O$, und das Palmitin, $\left.\begin{matrix} C_3H_5''' \\ 3(C_{16}H_{31}O) \end{matrix}\right\} O_3$, die als weitere Zersetzungsproducte des Oleins angesehen werden können. Es ist also möglich, dass das Vorwiegen des Oleins im Fette des subcutanen Fettzellgewebes durch eine weniger vollständige Umwandlung der Albuminkörper, in Folge der verhältnissmässig niedrigen Temperatur, in diesem Fettzellgewebe bedingt wird.

Dass die Temperatur als ein Moment für die Energie der chemischen Umwandlungen angesehen werden kann, beweist uns auch das Vorherrschen des Oleins in dem Fette der kaltblütigen Thiere, z. B. der Fische und einiger höherer Vertebraten, wie der Cetacea s. Natantia, Rodentia (Fam. Sciurina und Leporina), deren Körper entweder immer einer verhältnissmässig niedrigen Temperatur oder starken Temperaturveränderungen unterworfen ist. Ferner beobachten wir immer, dass bei geringem Stoffwechsel das Olein unter den Bestandtheilen des Fettes die Oberhand bekömmt. Reinecke und Schulze[1]) haben gezeigt, dass das Fett beim Mästen der Thiere am Anfang der Mästung reicher an festen Glyceriden ist, als am Ende, was auch meine Analysen gezeigt haben. Dasselbe finden wir bei pathologischen Fällen; bei der Verfettung der inneren Organe, z. B. der Leber, herrscht im Fette, welches die mikroskopischen Elemente dieses Organes durchtränkt, das Olein vor. In beiden Fällen ist die Energie des Stoffwechsels vermindert, im ersten durch

1) Ann. Chem. u. Pharm. Bd. CXLII, 2, S. 201.

die Vermehrung des der Metamorphose unterliegenden zugeführten Materials, im zweiten durch pathologische Veränderungen.

Indem ich hoffe die Bildung der Fette aus Albuminaten nachgewiesen zu haben, frägt es sich noch, ob auch die Kohlenhydrate zur Bildung derselben beizutragen vermögen.

Durch einen directen Versuch kann ich diese Frage vorerst nicht lösen, aber alle Versuche, die bis jetzt zur Annahme der Bildung der Fette aus Kohlenhydraten dienten[1]), beweisen meiner Meinung nach nur das, dass bei den Bedingungen derselben das Fett im Organismus des Thieres selbst gebildet wurde. Fassen wir aber das chemische Verhalten der Kohlenhydrate ins Auge, so erscheint eine solche Umwandlung derselben ziemlich unwahrscheinlich. Die Umwandlung der Kohlenhydrate in Fette könnte durch eine Reduction der ersteren bewirkt werden; da aber eine solche Umwandlung ganz unwahrscheinlich ist, so nahm J. Liebig an, dass die Kohlenhydrate in zwei Gruppen zerfallen, von denen die eine, — die kohlenstoffreichere — zur Fettbildung dient, die andere — in Form von sauerstoffreichen Zersetzungsproducten — ausgeschieden wird: ein solcher Zerfall ist aber kaum anzunehmen.

Die einzige uns jetzt bekannte Thatsache, welche für die Möglichkeit der Umwandlung der Kohlenhydrate in Fette spricht, ist die Bildung kleiner Mengen von Glycerin[2]) bei der Zuckergähr-

1) Vergl. Orig. S. 7—12.

2) L. Pasteur, Ann. de Chim. et de Phys. 1860. T. 58. — Bei seinen Untersuchungen beobachtete Pasteur auch die Bildung einer fettartigen Substanz in den Hefezellen, und er glaubt dadurch einen Beweis für die Bildung der Fette aus Kohlenhydraten geliefert zu haben. Bei näherer Betrachtung seiner Abhandlung ist es nicht schwer die Erklärung der von ihm beobachteten Erscheinung aufzufinden, diese Erklärung aber fällt nicht zu Gunsten der Fettbildung aus Kohlenhydraten aus und beweist ganz klar, dass auch in diesem Falle die Fettbildung im Laufe des Gährungsprocesses auf der Fettdegeneration der eiweisshaltigen Hefezellen in den fortgeschrittenen Stadien ihrer Entwickelung beruht. Vor allem führe ich hier jene Stelle aus der Schrift von Pasteur an, in der er die Experimente, die ihn zu der obenerwähnten Ansicht geführt haben, beschreibt:

. . . . „Je mêle à de l'eau sucrée, preparée avec du sucre candi trés pur, de l'éxtract d'eau de levûre limpide traité à plusieurs reprises par l'alcohol et l'éther. A la solution mixte j'ajoute comme semence une quantité pour ainsi dire impondérable de globules frais de levûre. Ils se multiplient, le sucre fermente,

ung. Diese Thatsache aber verliert ihre Bedeutung, sobald wir an die zahlreichen Fälle erinnern, welche für das Vorhandensein solcher Gruppen in den Albuminaten sprechen, die unter gewissen Umständen als Säuren der Fett- und Acrylsäurereihe, als auch als Glycerin, Zucker und zuckerartige Körper auftreten.

Bei gewissen Behandlungsweisen hat man aus Albuminaten nicht nur eine ganze Reihe von flüchtigen Fettsäuren, sondern auch Angelicasäure — ein Homolog der Oelsäure[1]) — ferner Oxalsäure und Zuckersäure, die auch bei analogen Umständen aus zuckerartigen Körpern entstehen, erhalten.

Ferner hat Cramer[2]) neuerdings gezeigt, dass in Albuminaten Atomgruppen vorhanden sind, die als Glycerinabkömmlinge abge-

---

et j'arrive de cette façon à préparer quelques grammes de levûre un moyen de substance ne contenant pas la plus petite quantité des matières grasses. Or je trouve que la levûre formée dans ces conditions renferme neanmoins de 1—2% de son poids de corps gras facilement saponifiable et à acides gras cristallisables. Cette graisse ne peut provenir que des éléments du sucre ou des éléments de la matière albuminoide; mais j'ai constaté d'autre fois que la levûre préparé dans un milieu formé d'eau, de sucre, d'ammoniaque et de phosphates renferme également de la matière grasse. C'est donc aux éléments de sucre que la matière grasse de la levûre est empruntée" . . . (l. c. p. 414).

Vergleicht man aber alles dies mit dem was Pasteur über die Entwickelungs- und Vermehrungsprocesse der Hefezellen in Flüssigkeiten, welche Zucker, weinsaures Ammoniak (wobei die Menge des letzteren in der Flüssigkeit fortschreitend sich vermindert) und phosphorsauren Kalk enthalten, und über die Bildung der Cellulose und Albuminkörper in den Hefezellen während des Fermentationsactes angibt (l. c. p. 410—411), und hält man dann dies mit dem zusammen, was von dem Nutritionsprocesse der Hefezellen während ihres vorübergehenden Daseins bekannt ist, so wird es nicht schwer zu entscheiden sein, für welche der beiden Ansichten man sich zu erklären hat. Ich erinnere hier nur an folgende zwei wichtige Thatsachen: . . . . „Pendant l'acte de férmentation (l. c. p. 365) la levûre perd progressivement son azote et disparait pour une partie se transformant en produits solubles (Thénard)," und weiter (l. c. p. 395): . . . . „D'une part, les globules translucides, sans granulations apparentes, sont de tous les globules les plus propres au bourgeonnement; d'autre part, le développement des granulations paraît lié à l'âge plus ou moins avancé de globules, et il y en a d'autant plus, que les globules sont plus vieux, moins actif, moins capable de bourgeonner." . . .

1) C. Neubauer, chem. Centralbl. 1868, S. 527.

2) Cramer, chem. Centralbl. 1866, Nr. 1.

schieden werden können; so hat er aus Sericin, dem bekannten Bestandtheil der Seide, Serin bekommen,

$$N\left\{\begin{matrix} & H_2 & \\ C_3 & H_3 & O''' \\ & H_2 & \end{matrix}\right\}O_2$$

Serin

welches letztere bei Behandlung mit salpetriger Säure Glycerinsäure gab:

$$N\left\{\begin{matrix} & H_2 & \\ C_3 & H_3 & O''' \\ & H_2 & \end{matrix}\right\}O_2 + \left.\begin{matrix} NO_2 \\ H \end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix} N \\ N \end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix} C_3 H_3 O''' \\ H_3 \end{matrix}\right\}O_3$$

Serin Glycerinsäure

und welches, wie Städeler bemerkt hat, in naher Beziehung zum Cystin steht:

$$N\left\{\begin{matrix} & H_2 & \\ C_3 & H_3 & O''' \\ & H_2 & \end{matrix}\right\}O_2 \qquad N\left\{\begin{matrix} & H_2 & \\ C_3 & H_3 & S \\ & H_2 & \end{matrix}\right\}O_2$$

Serin Cystin.

Ich erinnere hier noch an andere interessante Beobachtungen von G. Meissner und C. Shepard[1]), nach denen die Bernsteinsäure, ein Product der Zersetzung der Fette im thierischen Organismus, aus Benzoesäure entstehen kann, die ihrerseits ein Zersetzungsproduct der Albuminkörper ist.

Es bliebe nun noch übrig, die Thatsachen hervorzuheben, welche in den Albuminkörpern die Existenz solcher Atomgruppen, die als Zucker oder zuckerartige Körper ausgeschieden werden, beweisen. Diese Thatsachen sind aber so allgemein bekannt, dass es nicht nothwendig ist, auf sie besonders aufmerksam zu machen, ich erinnere nur an die Bildung des Zuckers bei der Einwirkung kochender Salzsäure oder des Magensafts auf Chondrin und Gelatin, die Bildung des Zuckers in den Muskeln, die Bildung des Glycogens in der Leber und die Ausscheidung des Zuckers im Harn bei dem Diabetes mellitus bei ausschliesslich stickstoffhaltiger Nahrung, endlich die Bildung der Zuckersäure bei der Einwirkung der Salpetersäure auf Chondrin.

Alle diese Thatsachen geben uns nicht das Recht vorauszusetzen, dass der Bildung der Fette aus Albuminaten eine Umwand-

1) Meissner u. Shepard, Unters. über d. Entstehen d. Hippurs. etc. 1866.

lung der letzteren in Kohlenhydrate vorausgeht. Die Fette als auch die Kohlenhydrate können als ganz unabhängig von einander entstehende Zersetzungsproducte der Albuminkörper angesehen werden, wobei ein bestimmtes Verhältniss zwischen den sich bildenden Mengen von Fetten und Kohlenhydraten existiren mag, so zwar, dass wenn sich in Folge gewisser physiologischer Momente die Bildung der einen vergrössert, sich die Bildung der anderen verkleinert, denn zur Bildung beider dient ein und dasselbe Material. In dieser Hinsicht sind die Beobachtungen von Dr. Saikowsky[1]) sehr lehrreich. Er beobachtete nämlich, dass es bei Thieren, welche mit Arsenik vergiftet wurden, unmöglich ist, einen künstlichen Diabetes hervorzurufen, und dass dann das aus den Lebern der vergifteten Thiere dargestellte Fett vollkommen farblos ist, während normales Leberfett starke Färbung zeigt. „Noch vor der Ablagerung des Fettes vermindert sich und verschwindet das Glycogen aus der Leber, und fehlt auch noch in den chronischen Fällen, bei welchen das Fett bereits wieder verschwunden war. Zucker fehlte in den ersten Fällen ebenfalls, fand sich dagegen in geringer Menge in den zweiten vor“[2]). Es ist klar, dass in diesen Fällen die Verfettung der Leber, auf Kosten der Albuminate der Leberzellen bewerkstelligt, der Leber das Material entzogen hat, aus welchem sich Glycogen und Zucker gebildet hätten, wenn nicht die Albuminate zu Fett, in Folge der tiefen Störung der Ernährungsprocesse durch die Vergiftung des Blutes mit so starken Giften wie Phosphor und Arsen, sich verwandelt hätten.

Indem wir also die unmittelbare Theilnahme der Kohlenhydrate an der Fettbildung in Abrede stellen, frägt es sich nun, welche physiologische Rolle in Bezug der Fettbildung im Thierorganismus diesen Gruppen von Körpern zukommt, die einen ebenso wichtigen Bestandtheil der Nahrung ausmachen, wie die Albuminkörper selbst? Ihre Rolle besteht, wie Pettenkofer und C. Voit[3]) ausgesprochen haben, nicht darin, dass sie sich selbst in Fett verwandeln, sondern

---

1) Centralbl. f. d. med. Wiss., 1865.
2) Centralbl. f. d. med. Wiss., 1866, S. 6.
3) Ann. d. Chem. u. Pharm. 1862, Spl.-Bd. 2 S. 57.

vielmehr darin, dass sie, indem sie leichter als die Fette sich oxydiren, die aus den Albuminaten gebildeten Fette vor der Zersetzung schützen.[1]) Zu Gunsten dieser Ansicht sprechen ganz entschieden die Versuche von C. Voit[2]) über die Fettbildung im Thierkörper.

Nachdem ich so die Beziehung der Kohlenhydrate zur Fettbildung erörtert, und zugleich die Fragen b und c beantwortet zu haben glaube, wende ich mich zur Betrachtung der Kühne'schen Hypothese über die Synthese der Fette im Thierorganismus. Eine kritische Betrachtung dieser Hypothese macht sie sehr wenig wahrscheinlich, fast unwahrscheinlich, und zwar aus folgenden Gründen.

Bei der Synthese der Hippursäure, auf welche die Hypothese der Fettsynthese sich hauptsächlich stützt, sind zwei Fälle zu unterscheiden: erstens die Bildung der Hippursäure beim Einführen von benzoesaurem Natron oder Benzoesäure in das Blut und zweitens die Bildung derselben beim Einführen solcher Substanzen, die in Folge gewisser Umwandlungen Verbindungen geben, welche als Kern die Gruppe $C_6 H_6$ (z. B. bei der Bildung der Hippursäure[3]) aus Chinasäure und Cuticularsubstanz der Pflanzen) enthalten. Die synthetische Bildung von Hippursäure kann nur dann geschehen, wenn die Gruppen, aus welchen diese Verbindung zusammengesetzt ist, in statu nascenti auf einander wirken, d. h., wenn das benzoesaure und glycocholsaure Natron z. B., oder überhaupt, wenn die Körper, welche die Benzoe- und Glycocholgruppe enthalten, in Folge gewisser Umwandlungen, die beiden genannten Atomgruppen bilden und so ihnen die Möglichkeit sich miteinander zu verbinden geboten

1) Es ist auch möglich, dass diese schützende Wirkung der Kohlenhydrate in Bezug der Zersetzung der Fette und Albuminkörper zum Theil eine indirecte ist, d. h. dass sie die Zersetzung der obengenannten Körper nicht nur dadurch vermindern, dass sie sich selbst zersetzen, sondern auch dadurch, dass sie eine ähnliche Veränderung in den Bedingungen der Sauerstoffaufnahme in das Blut und die Säfte hervorrufen wie es unlängst von M. Pettenkofer und C. Voit in Bezug der Fette nachgewiesen worden ist (diese Zeitschr. Bd. V, 3. Heft, S. 389).

2) Diese Zeitschr. Bd. V. 1. Heft. S. 79.

3) G. Meissner und C. Shepard, a. a. O.

ist. Folglich ist zur Entstehung der Hippursäure unbedingt nöthig, dass die Verbindungen, die das Material zur Synthese liefern, leicht zerlegbar sind. Die Untersuchungen von Gorup-Besanez[1]) haben in der That gezeigt, dass das benzoesaure Natron, sowie die gereinigte Galle, d. h. ein Gemenge von glyco- und taurocholsaurem Natron in alkalischen Lösungen sehr leicht durch das Ozon zersetzt werden.

Bei der Synthese der Fette kann man auch zwei Fälle unterscheiden: das Einführen eines der beiden Bestandtheile der Fette, (der Fettsäuren oder des Glycerin's) in den Thierorganismus, oder das Einführen solcher Substanzen, die in Folge gewisser Umwandlungen Atomgruppen, welche Fettsäuren und Glycerin befreien können, liefern. Der erste von diesen beiden Fällen aber, zu dem die von Kühne aufgestellte Hypothese gehört, ist kaum unter den Bedingungen, die im Blute und den parenchymatösen Flüssigkeiten gegeben sind, denkbar. Die Untersuchungen von Gorup-Besanez haben gezeigt, dass die Seifen in alkalischen Lösungen sich sehr beständig gegen Ozon zeigen, und dass das Glycerin hingegen sich bei diesen Umständen sehr leicht oxydirt, indem es Kohlensäure, Ameisensäure und Acrolein gibt. Was das Glycerin, als Material zur Fettbildung anbetrifft, so widerspricht hierin Kühne sich selber; auf S. 377 seines Lehrbuchs der physiol. Chemie hält er es für möglich, dass das Glycerin, welches in's Blut aus dem Darmkanal eintritt, zur Fettbildung dient, und auf S. 381 sagt er, dass das Glycerin unter den Bedingungen, welche im Blute herrschen, rasch zersetzt wird. — Der zweite Fall der Synthese der Fette, d. h. die Bildung derselben bei der Wechselwirkung von Körpern, welche die Glycerin- und Fettsäurenatomgruppe auszuscheiden vermögen, ist im Ganzen viel wahrscheinlicher; da man aber jetzt kaum daran zweifeln kann, dass die Albuminkörper diese beiden Gruppen enthalten und sie bei ihrem Zerfall freilassen können, so ist dieser Fall der Fettsynthese auf die Bildung der Fette aus Albuminkörpern zurückzuführen.

Die theoretischen Betrachtungen sprechen also gegen eine syn-

---

1) Gorup-Besanez, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. CXXV. S. 207.

thetische Bildung der Fette im Fettgewebe im Sinne der Kühne'schen Hypothese. Wir haben aber vorher gesehen, dass der Versuch geradezu einer solchen Hypothese widerspricht und augenscheinlich zeigt, dass beim Füttern der Thiere mit Seife und Fleisch die in der Seife enthaltene Fettsäure an der Fettbildung nicht theilnimmt und dass auch in diesem Falle das Fett aus den Albuminkörpern sich bildet.

Wie sind aber die Resultate meiner Versuche mit denen der Untersuchungen von Radziejewsky in Uebereinstimmung zu bringen?

Radziejewsky[1]) behauptet nämlich, dass eine synthetische Fettbildung im thierischen Organismus existirt, da er nach Einführung von Erucinsäure in den Darmkanal eines Hundes in dem Fette des Gekröses und des Muskelgewebes Erucin fand.

Dennoch existirt kein Widerspruch zwischen den Folgerungen, die aus meinen Untersuchungen hervorgehen und jenen, die Radziejewsky aus seiner Arbeit gezogen hat, wenn auch die Genauigkeit seiner Untersuchungsmethoden gar keinen Zweifel zuliesse. Das Hauptresultat der Arbeit von Radziejewsky besteht darin, dass an den gewöhnlichen Orten der Fettanhäufung, nämlich in den Elementen des Fettzellgewebes, die Bildung der Fette ganz unabhängig von den Fetten oder Fettsäuren, die man von aussen dem Thiere zuführt, vor sich geht. Also nimmt Radziejewsky, wie ich, keine synthetischen Prozesse, im Sinne der Kühne'schen Hypothese, bei der Bildung der Fette in dem Fettgewebe an. Er behauptet eine solche Synthese aus Glycerin und Fettsäuren nur für die, wie er sagt, secundären Orte der Fettablagerung — hauptsächlich für das Muskelgewebe und dann auch theilweise für das Gekröse. Die Synthese selbst schreibt er[2]) den Epithelialzellen des Darmkanals und den Blutkörperchen zu.

Auf diese Voraussetzungen sich stützend, schliesst Radziejewsky weiter, dass eine Ablagerung des Erucins in dem Muskelgewebe gegen die Annahme der Fettdegeneration des Muskelgewebes in Folge einer auf irgend welche Weise entstandenen Störung in den

1) Virchow's Archiv Bd. XLIII, S. 268—286.

2) l. c. S. 269.

Ernährungsprocessen dieses Gewebes spreche, und ein schlagender Beweis dafür sei, dass dabei in die Elemente des Muskelgewebes eine Fettinfiltration stattfinde. Der Process der Fettdegeneration des Muskels steht aber, wie bekannt, in keinem Zusammenhange mit einer vermehrten Fettaufnahme in den thierischen Organismus.

Mir scheint es sehr fraglich, ob alle diese Vermuthungen über die Fettinfiltration des Muskelgewebes, sowie auch über die Theilnahme des Darmepithels und der Blutkörperchen an der synthetischen Fettbildung im Thierorganismus, in der That als logische Folgerungen der experimentellen Untersuchung betrachtet werden können. Ganz abgesehen davon, dass alle Fettanalysen Radziejewsky's auf eine ganz ungenügende Weise ausgeführt worden sind[1]) und dass die Substanz selbst, die er im Fette des Muskelgewebes gefunden hat und als Erucin betrachtet, schwerlich für Erucin gehalten werden kann,[2]) —

1) Bei seinen Analysen hat Radziejewsky die Bleisalze der Fettsäuren durch kochende Salzsäure in Gegenwart von Alcohol zerlegt, ohne nachher den Verseifungsprocess zu wiederholen; dabei bildet sich aber eine gewisse Menge von Aethylverbindungen, die sich den ausgeschiedenen Fettsäuren beimengen und ihren Schmelzpunct erniedrigen. Um einen Begriff über die Quantität der unter diesen Umständen sich bildenden Aethylverbindungen der Fettsäuren zu erhalten, wurde ein Gemenge von Stearin- und Palmitinsäure, von dem der Schmelzpunct bei 56,5° C. und der Erstarrungspunct bei 54,5° C. lag, in Bleisalze verwandelt und diese mit kochender Salzsäure und Alcohol behandelt. Das sich dabei ausscheidende Fettsäurengemenge schmolz bei 52° C. und erstarrte bei 48° C., auf Papier gab es einen Fettflecken und erweichte schon auf der Hand. Der abgepresste feste Rückstand schmolz bei 63° C. und erstarrte bei 59,5° C. Als ich zu der Auflösung, aus welcher sich die Fettsäuren ausgeschieden hatten, eine grosse Menge Wasser zusetzte, sammelte sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine ölige Schichte, die erst am folgenden Tage erstarrte. Diese Substanz schmolz bei 24° C. In Aether gelöst schieden sich nur einige vereinzelte Körner von festen Fettsäuren aus, der grösste Theil aber hatte die Consistenz einer öligen Flüssigkeit, die leicht für Oleinsäure gehalten werden konnte, und erstarrte am folgenden Tage, nach völligem Verdunsten des Aethers, zu einer durchsichtigen Schichte. Die Täuschung könnte noch vollständiger werden, wenn ich, um die Zweifel zu lösen, die Substanz mit Brom behandelt hätte: es würde dabei eine Reaction eingetreten sein, da das Brom auf die Aethylverbindungen, sowie auf Oleinsäure (und auch Erucasäure) einwirkt, und man könnte, wenn die Bildungsweise der Substanz nicht bekannt sein würde, sie für Oleinsäure (oder auch Erucasäure) erklären. Ich glaube, dass der gleiche Fehler, wenigstens theilweise, in die Analysen von Radziejewsky sich hineingeschlichen hat.

2) Radziejewsky's Erucasäure ist eine Flüssigkeit, die nur bei + 11° C. krystallisirte und bei + 17° C. wieder ihre frühere Form annahm. Nach diesen

sprechen noch viele andere Umstände gegen die Wahrscheinlichkeit seiner Folgerungen.

Erstens ist das Auftreten des Fettes in den Elementen des Muskelgewebes keine constante Erscheinung bei der Fütterung der Hunde mit Fleisch und einer Seife; denn bei meinem (Vergleiche 3. Versuch S. 81), als auch beim ersten Versuche von Radziejewsky wurde dabei kein Fett gefunden, andererseits tritt Fettablagerung im Muskel ein[1]) bei Fütterung des Hundes bloss mit Fleisch und einem nicht verseiften Rapsöl. Wenn aber wirklich im Organismus des Thieres aus Seife Fett sich bilden würde, und wenn das so erzeugte Fett eine Tendenz zur Ablagerung im Muskelgewebe hätte, so müsste eine solche Erscheinung gewiss auch in meinem Versuche, als auch im ersten Versuche von Radziejewsky stattfinden.

Weiter, wenn Radziejewsky annimmt, dass im Muskelgewebe eine Ablagerung des Fettes stattfindet, welches vorher im Darmepithel und den Blutkörperchen synthetisch gebildet worden war, so bringt er dadurch die fragliche Erscheinung in die Categorie jener gut bekannten Fälle, der des Auftretens von Fett im Muskel unter den Bedingungen, welche die Beleibtheit oder im Allgemeinen die Ablagerung des Fettes in den Elementen des Fettzellgewebes begünstigen. Aus zahlreichen Untersuchungen aber der ausgezeichnetsten Beobachter, unter denen auch R. Virchow sich befindet, geht unwiderleglich hervor, dass in allen ähnlichen Fällen, wie weit auch die Fettansammlung im Bindegewebe gehen mag, das Fett sich nur in den Elementen dieses Gewebes, zwischen den Primitivbündeln des Muskelgewebes ablagert, die Primitivbündel der Muskel selbst aber ganz unverändert bleiben. Wenn die Elemente des Muskelgewebes in der That der Fettinfiltration zugänglich sind, warum kommt denn eine Infiltration nicht in denjenigen Fällen vor, wo die günstigsten Bedingungen dafür vorhanden sind? Das Fett erscheint nur dann im Primitivbündel des Muskelgewebes, wenn in Folge etwaiger pa-

---

Eigenschaften gleicht sie mehr dem palmitinsauren Aethyl (schmelzbar bei +24,2 bis 21,5° C.), als der Erucasäure, die nur bei +34° C. schmilzt.

1) Virchow's Archiv XLIII; Centralbl. f. d. med. Wiss. 1868, S. 376.

thologischer Bedingungen die Ernährungsprocesse des Muskelgewebes selbst gestört werden, und dann dient der Inhalt der Elemente (d. h. ihre Albuminkörper) als Material zur Fettbildung, mit anderen Worten, die Fettanhäufung in den Elementen des Muskelgewebes ist nur bei Fällen von Fettdegeneration dieses Gewebes im strengsten Sinne des Wortes möglich.

Mit mehr Recht könnte Radziejewsky annehmen, dass die Synthese des Fettes in den Elementen des Muskelgewebes stattfindet, da in ihnen, wenn auch vorübergehend (während des thätigen Zustandes des Muskels) eine saure Reaction hervortritt, also Bedingungen existiren, unter welchen die Zersetzungs- und Umwandlungsprozesse etwas anders vor sich gehen können, als in den anderen Geweben des Körpers. Aber auch eine solche Voraussetzung würde unrichtig sein, da man in diesem Falle annehmen müsste, dass die Bildung und Ablagerung des Fettes gerade unter den Bedingungen stattfinden, unter welchen sonst ihre Zerstörung (bei der Muskelthätigkeit) befördert wird; anderseits ist es bekannt, dass die sogenannte Verfettung des Muskelgewebes (Fettdegeneration) am häufigsten bei der Unthätigkeit dieses Gewebes auftritt, also dann, wenn in seinen Elementen die ungünstigsten Bedingungen zur Fettsynthese aus Glycerin und Fettsäuren vorhanden sind.

Auf solche Weise kommen wir zur Folgerung, dass die Veränderungen, die Radziejewsky bei der Fütterung des Hundes mit Fleisch und Rapsölseife im Muskelgewebe fand, nicht durch Fettinfiltration der Elemente des Muskelgewebes, sondern durch Fettdegeneration, die in Folge irgendwelcher Nebenumstände bedingt worden war, hervorgerufen worden ist. Ich muss noch bemerken, dass Radziejewsky, der die Fettinfiltration des Muskelgewebes vertheidigt, sich gegen die allgemein angenommene Meinung, dass die Darmzotten die Eigenschaft haben, sich mit dem emulsionirten Fett zu infiltriren, erhebt und annimmt, dass die Fettresorption ausschliesslich nur in Form von Seife vor sich geht.

Was endlich die Theilnahme des Darmepithels und der Blutkörperchen an der synthetischen Bildung der Fette betrifft, so gibt es, ganz abgesehen davon, dass eine solche Thätigkeit derselben unter den Umständen, die schon oben hinlänglich erörtert worden

sind, ganz unmöglich ist, noch andere Gründe dagegen. Es wird genügen, daran zu erinnern, dass im Blut und den parenchymatösen Flüssigkeiten hauptsächlich verseifte Fette vorkommen, und dass der Process der Fettverseifung sich im Blut und Chylus fortsetzt, wie es die Untersuchungen von Bidder und Schmidt bewiesen haben. Bis in die letzte Zeit schien die Verseifung des Fettes im Blute als etwas Unwahrscheinliches, da man gewöhnlich vermuthete, dass der Verseifungsprozess nur unter dem Einfluss von freien Alkalien, keineswegs aber unter dem Einfluss von kohlensauren und phosphorsauren Alkalien (die im Blute nur allein vorkommen) stattfinden kann; aber die Untersuchungen von Gorup-Besanez[1]) haben gezeigt, dass die neutralen Fette ganz leicht von Lösungen der kohlensauren Alkalien in Gegenwart von Ozon, welcher gewiss sich auch im Blut befindet, angegriffen werden.

Ich glaube hiemit hinlänglich das, was sich gegen die Synthese des Fettes im Thierorganismus sagen lässt, erörtert, und somit die Antwort auf die letzte Frage, die in's Programm meiner Abhandlung eingeschlossen war, gegeben zu haben.

1) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. CXXV. S. 207.

München, 10. November 1869.

Die Choleraepidemie des Jahres 1865 in Gibraltar.

Von

Max v. Pettenkofer.

(Mit Tafel III und IV.)

Die Cholera liebt für ihr epidemisches Auftreten bekanntlich den porösen und feuchten Boden der Flussthäler und Alluvialebenen ungleich mehr, als Wasserscheiden und gebirgige Gegenden, welche sie viel seltener und gleichsam ausnahmsweise aufsucht. Diese Beobachtung hat bereits Jameson 1817 in Indien gemacht, und sie hat sich auch in Europa so oft und ständig wiederholt, dass man nicht anders kann, als der Thatsache ein grosses Gewicht beizulegen und ernstlich nach ihrem Verständniss zu streben. Die einen haben die Ursache in der Erhebung im Luftkreise, in einer verschiedenen Qualität der Luft, andere in der Verschiedenheit des Wassers u. s. w. gesucht. Ich bin von jeher der Ansicht gewesen, dass die Porosität des Bodens und unter Mitwirkung von Wasser und Wärme in ihm vorgehende organische Processe, die dann auf die Luft der Lokalitäten wirken, eine entscheidende Rolle spielen, und dass auf den zeitlichen Verlauf dieser Processe neben der Temperatur der Grad und der Wechsel in der Durchfeuchtung des Bodens einen wesentlichen Einfluss habe, was ich unter dem Begriffe Grundwasser zusammenzufassen gesucht habe.

Das Vorkommen der Cholera auf dem Felsen von Gibraltar und Malta ist bei Vielen von jeher der Vorstellung hinderlich gewesen, dass die Porosität und die Grundwasserverhältnisse des von der Cholera vorzugsweise geliebten Alluvialbodens zu den wesentlichen Bedingungen von Choleraepidemien gehören könnten, und

es müsste also ganz andere Gründe haben, wesshalb die Krankheit öfter im Thale als auf dem Berge, lieber in der Ebene als im Gebirge zur Epidemie sich entwickelt. Für mich, der ich dem Boden eine so wesentliche Rolle zuerkenne, war es daher unter allen Umständen von grosser Wichtigkeit, den Boden von Gibraltar und Malta mir einmal ganz in der Nähe zu betrachten.

Ich wendete mich zu Anfang des Jahres 1868 an den Vorstand des englischen Civilmedicinalwesens Herrn John Simon in London mit der Bitte um eine amtliche Empfehlung an die Statthalter dieser strategisch so wichtigen englischen Besitzungen im Mittelmeere, welche mir der ausgezeichnete und berühmte Forscher auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege durch die Güte des Colonialministers, des Herzogs von Buckingham, auch bereitwillig verschafft hat.

Ich traf von Lyon und Marseille kommend, wo ich ähnlicher Studien halber verweilt hatte, am 16. April 1868 in Gibraltar ein. Während meines Aufenthalts bis zum 30. April fand ich bei dem Statthalter Sir Richard Airy und dem Colonial Secretary Capitän Freeling, gegenwärtig Statthalter in Mauritius, jede für meine Untersuchungen wünschenswerthe Unterstützung, was ich um so dankbarer anerkennen muss, als die Beantwortung mancher meiner Fragen nicht ohne Zeitaufwand und Mühe erfolgen konnte. Auch bei dem Sekretär des Gesundheitsrathes Rev. Alton, sowie bei dem Medicinalbeamten Dr. Stokes, ferner bei dem praktischen Arzte Dr. Wortmann, einem deutschen Landsmanne, habe ich die freundlichste Aufnahme gefunden. Nebstdem haben mich der Sanitäts-Inspector von Gibraltar und Herr Roberts, sowie Herr Rogers, ein englischer Kaufmann aus Mogador in Marokko, der mit mir die Fahrt von Marseille nach Gibraltar gemacht hatte, namentlich durch ihre genaue Localkenntniss vielfach unterstützt.

Das Auftreten der Cholera in Gibraltar wäre gewiss Vielen schon weniger auffallend gewesen, wenn ihnen die Topographie bekannt gewesen wäre, welche D. Sutherland in dem 1863 erschienenen Berichte über die Sanitätsverhältnisse der englischen Mittelmeerstationen niedergelegt hat,[1]) den auch ich erst in Gibraltar

1) Report on the Barrack and Hospital Improvement Commission on the sanitary condition and improvement of the Mediterranean Stations. London 1863.

zu Gesicht bekam. Daraus geht deutlich hervor, dass die Bodenbeschaffenheit, welche dem Alluvialboden durchschnittlich seine Eigenthümlichkeit verleiht, auch auf dem Felsen von Gibraltar reichlich vorkommt, und ferner lässt sich aus der Menge der atmosphärischen Niederschläge im Zusammenhalte mit dem Gefälle der Oberfläche und mit der Beschaffenheit des Untergrundes auch leicht erkennen, dass dort zeitweise hochgradige Schwankungen der Grundwasserverhältnisse eintreten müssen. Sutherland sagt Seite 23 mit Bezug auf die beifolgende Tafel III:

„Der Felsen von Gibraltar ist eine luftige Halbinsel, welche in die Meerenge vorspringt und sich unter 36° 6′ 20″ nördlicher Breite und 5° 20′ 53″ westlicher Länge ausbreitet. Die grösste Länge des Felsen von Forbes Battery (nördlich Mortar Yard) bis zur Europa-Spitze (südlich) beträgt etwa 4760 englische Ellen (etwa 1500 Meter) und die grösste Breite von King's Bastion bis in die Nähe von Catalan Bay etwa 1600 Ellen (etwa 460 Meter). Sein physikalischer Charakter ist der eines zerbrochenen Felsenrückens, welcher von Nord nach Süd verläuft, sehr steile rauhe Abhänge auf der West- und Südseite und senkrechte Abgründe (Wände) auf der Nord- und Ostseite hat. Die höchste Linie des Rückens, welcher an einigen Stellen so schmal ist, dass man fast mit einem Schritt darübersetzen kann, zerfällt in drei Haupthöhen. Am nördlichen Ende die sogenannte „Felsenkanone," liegt 1350 engl. Fuss über dem Meere; St. Georgs Thurm gegen das südliche Ende, oberhalb Windmill Hill 1439, und das Signalhaus, nahezu in der Mitte zwischen den beiden Punkten oberhalb der Alameda, 1276 Fuss über dem Meere.

„Von dem mittlern Rücken fällt eine Reihe von Terrassen und Abhängen von grösserer und geringerer Breite und Neigung gegen West und Süd, von Gärten, Fusspfaden und Strassen, von Privatwohnungen, Batterien, Promenaden, Kasernen und der Stadt selbst eingenommen. Der grösste Theil der Stadt jedoch ist auf einer Böschung von rother Erde erbaut, welche sich vom Meeresufer eine ziemliche Strecke den Abhang aufwärts ausdehnt, und hoch oben in den Höhlen im Felsen wieder erscheint. Eine ähnliche Böschung aber von Seesand erstreckt sich auf der Ostseite (Catalan

Bay) vom Meere bis hoch den Felsen hinan. Die Ostseite des Felsen wird vom Mittelmeere, die Westseite von den Gewässern der Bucht von Gibraltar bespült, und an der Nordseite hängt er mit der Küste von Spanien zusammen, durch einen Sandstreifen von beiläufig einer Meile Länge und einer halben Meile Breite, um einige Fuss über dem Meeresspiegel und theilweise während der Regenzeit mit Wasser bedeckt. Wasser findet sich in dem Sande durchschnittlich innerhalb 4 Fuss von der Oberfläche.

„Der Felsen besteht hauptsächlich aus einer harten Kalksteinbreccie, mit einigen wenigen Fossilien, die man in Höhlen findet. Es gibt einige grosse Höhlen mit thierischen Ueberresten,[1]) tiefe felsige Schluchten gegen das südliche Ende und grosse natürliche Gräben, welche das Regenwasser der höheren Abhänge auf den oberen Theil der Stadt concentriren. Der Felsen ist fast umringt vom Meere, und keiner besonderen Quelle von Malaria ausgesetzt, sollte er seiner Lage nach ein gesunder Platz seyn. Er hat aber einen verwundbaren Fleck von der grössten Wichtigkeit betreffs der Gesundheit, entsprechend der Art und Weise, wie man damit umgeht, und das ist die Böschung, auf welcher die Stadt steht und die Abhänge und Gräben (Mulden) über ihr. Wie schon angeführt,

---

1) Die grösste Höhle ist St. Michael's Cave, seit ältester Zeit bekannt, in der Nähe des Signalhauses, die sich den ganzen Felsen hinab bis zum Meeresspiegel fortsetzen soll. Die vor einigen Jahren entdeckte Genista Cave, als man in Windmill Hill ein Gefängniss baute, hat nach einem Bericht von Dr. Falconer und Professor Busk in der Beilage zum Gibraltar Chronicle vom 23. Januar 1865 folgende thierische Ueberreste enthalten:

Dickhäuter: Rhinocerus Etruscus und leptorhinus; Equus (nur junge Thiere), Sus prisca (?) und Scrofa;

Wiederkäuer: Cervus Elaphus var. Barbarus (viel) und Dama, Bos (ähnlich dem Auerochsen), Bos Taurus (viel), Capra Hircus (viel), zwei wahrscheinlich ausgestorbene Formen von Ibex (Aegocerus) in grosser Menge in den Spalten;

Nager: Lepus timidus (selten), L. cuniculus (sehr häufig in allen Tiefen), Mus Rattus;

Fleischfresser: Felis Leopardus, Pardina und Serval, Hyaena brunnea, Canis Vulpes, Melis Taxus, Ursus;

Delphinartige: Phocoena communis;

Vögel: Zahlreiche Ueberreste;

Schildkröten (selten).

Fische: Zahlreiche Ueberreste in der oberen Abtheilung. P.

besteht diese Böschung hauptsächlich aus rother Erde, einem Stoffe, der eine grosse Quantität Wasser oder irgend eine andere darauf gegossene Flüssigkeit einzusaugen im Stande ist. Sie war auch thatsächlich bisher eine beträchtliche Quelle der Wasserversorgung für die Bevölkerung. So viel Wasser schluckt diese eigenthümliche Erde, dass, als wir in Gibraltar waren, am Ende der heissen Jahreszeit, ein Einschnitt in dieselbe, der in einer der Strassen bloss lag, mit Feuchtigkeit gesättigt war. Wir werden auf diesen Theil des Gegenstandes zurückkommen, wenn wir die Kanalisirung besprechen, aber wir können hier vorübergehend bemerken, dass wenn in Folge irgend einer fehlerhaften Anordnung im Bau oder Unterbau der Häuser, oder von einer Nachlässigkeit in der Kanalisirung ein solcher Untergrund mit Wasser oder Kloakenstoffen beladen wird, er dann auch gewiss unter dem Einflusse hoher Temperatur und anderer begünstigender atmosphärischer Bedingungen gefährliche, selbst tödtliche Miasmen von sich geben wird.

„Eine andere sehr wichtige topographische Eigenthümlichkeit entsprang aus der Construktion der Vertheidigungswerke. Diese Werke sind am Gestade des Meeres am Wasserspiegel längs der ganzen Fronte der Stadt erbaut. Ihre Grundmauern sind weit unter die Oberfläche versenkt, und sie würden in Ermangelung eines vollständigen Entwässerungssystems, eine Scheidewand zwischen dem Regenwasser, welches von den Höhen herabfliesst, und seinem natürlichen Ausfluss, dem Meere, bilden. Der flache Grund innerhalb der Mauer, auf dem der untere Theil der Stadt erbaut ist, würde in solchem Falle ein Ablagerungsplatz der Gesammtentwässerung werden. Ausserdem zieht sich ausserhalb der Werke, in einer Entfernung von 60 bis 80 Ellen, für Zwecke der Vertheidigung ein niedriges Wehr die ganze Fronte der Stadt hin. Zwischen ihm und der Hauptmauer liegt ein Streifen seichten Meerwassers, welcher bei niedriger Fluth und Sonnenhitze äusserst übelriechend wird, während sich im Meerwasser die organischen Stoffe der städtischen Kloaken zersetzen, welche entlang der Linie in die Bucht sich ergiessen."

Ich habe die Angaben Sutherland's bestätigt gefunden und nur weniges hinzuzufügen. Das felsige Terrain oberhalb der Stadt

macht ganz den Eindruck, den das Karstgebirge in der Umgebung von Adelsberg und St. Peter hervorbringt. Die über dem alten Mauren-Schloss (Moorish Castle) auf die Höhe des Felsens führenden Wege (s. Taf. III) sind im Ganzen sehr gut gehaltene Fahrstrassen. Der zur Herstellung einer fahrbaren Oberfläche reichlich nöthige Sand brauchte nicht hinaufgeschafft zu werden, er findet sich reichlich in den zahlreichen Klüften und Spalten des Gesteins abgelagert und braucht bloss vertheilt und ausgebreitet zu werden.

Ich habe mir in der Nähe von Moorish Castle Proben von dieser rothen Erde genommen. Sie besteht wesentlich aus kohlensaurem Kalk und Magnesia (Dolomit) mit viel Eisenoxyd und etwas Thon. 180 Volumtheile im lufttrocknen Zustande vermögen 64 Volumtheile Wasser aufzunehmen, die Poren betragen somit 35 Proc., d. i. etwas mehr als beim Geröllboden von München.

An den tieferliegenden Abhängen gegen Westen und Süden treten stellenweise zwar noch compakte Felsstücke zu Tage, aber mit grossen Unterbrechungen von lehmigem und sandigem Material. Ich habe beim Herabsteigen von Windmill Hill zwischen den Distrikten 6 und 10 der südlichen Militärstadt eben einen Neubau im Entstehen getroffen, dessen Grund ein zersetztes Gestein ist, welches mit Salzsäure nicht braust, und im trocknen Zustande leicht zwischen den Fingern zu einem lehmigen Pulver zerreiblich ist. Ich habe diese Erde auf den Grad ihrer Porosität untersucht. 110 Raumtheile nahmen im lufttrocknen Zustande 42 Raumtheile Wasser auf, wonach sich 38 Procent Zwischenräume ergeben, die mit Luft oder Wasser erfüllt sein müssen. Dieser Boden hält das Wasser gleich Thonboden zurück.

Ebenso fand ich während meines Aufenthaltes Kanalisirungsarbeiten im Gange, die einen sehr guten Einblick in die Bodenbeschaffenheit von Gibraltar gestatteten. Von der Alameda gegen die Stadt zu (Grand Store s. Taf. III) wurde eben an einem grösseren Abzugskanal gebaut, der stellenweise über 20 Fuss tief ins Terrain einschneidet und durch Lehm, Sand und nur stellenweise durch festen Felsen geht. Das Material, welches ich eben vorhin als Baugrund eines Gebäudes in dem südlichen Distrikte beschrieben habe, und die rothe Erde fand ich in grösster Ausdehnung auch auf diesem Theile der Halbinsel vertreten. Vor einigen Arbeitsorten lagen

die verschiedenen herausgeförderten Bodenmaterialien in einzelnen Haufen. Das poröse und zusammenhangslose Material überwiegt hier noch in einem viel höheren Maasse, als ich es in Neustadtl in Südkrain bei der Anlage eines Kellers beobachtet hatte.[1])

Wo man von Windmill Hill gegenüber dem grossen Steinbruche (quarry) auf die südlichste Terrasse der Halbinsel, Europa-Spitze genannt, hinabblickt (s. Taf. III), bekommt man ein Bild, wie ohne Zweifel auch jener Abhang ursprünglich ausgesehen hat, auf dem nun die Civilstadt Gibraltar steht. Groteske Blöcke und Säulen von Felsen ragen aus zahlreichen Schluchten empor, in denen die üppigste Vegetation wuchert. Die Planirung solcher Schluchten durch theilweises Abtragen und Aufschütten und Ausfüllen musste den Baugrund schaffen, der bis in beträchtliche Tiefen hinab in seinem Verhalten zu Luft und Wasser sich nicht wesentlich vom Alluvialboden unterscheiden kann.

Die von der Höhe des ohnehin sehr zerklüfteten und zerbrochenen Felsens von Gibraltar herabkommende Drainage muss zeitweise zu sehr beträchtlichen Ansammlungen und Schwankungen von Grundwasser Veranlassung geben. Als deutlichsten Beleg für die Gegenwart von Grundwasser findet man desshalb auch an vielen Stellen gegrabene Brunnen, deren Spiegel theilweise hoch über dem Spiegel des Meeres liegt. Zwischen der Alameda[2]) und der Hargreave's Kaserne sind solche öffentliche Brunnen, die reichlich und verhältnissmässig gutes Wasser liefern, deren Wasserspiegel nach einer Mittheilung des Quartiermeisteramtes an Herrn Colonial-Secretary Freeling nicht tief unter der Oberfläche liegt, z. B.:

Upper Ragged Staff	30 Fuss
South-Port ditch	9 „
South-Port Noria	13 „

Unter der Alameda ist ein gegrabener Brunnen, welcher sogar eine Wasserleitung speist, in welcher das Wasser nach Häusern und Gärten der tiefer gelegenen Stadttheile fliesst.

1) S. Zeitschr. f. Biologie. Bd. V. S. 193 u. 194.

2) Alameda heisst in Spanien jeder freie mit Bäumen bepflanzte Platz im Orte.

In der Stadt selbst sind mehr als 200 gegrabene Brunnen in den Häusern. In dem Distrikte 3 (s. Taf. IV) im Hause Nr. 47 fand ich den Wasserspiegel eines Brunnens 18 Meter unter der Oberfläche, im Distrikte 21 im Hause Nr. 11 $12^1/_2$ Meter. Dr. Stokes, der die Stelle eines Sanitätsrathes in Gibraltar einnimmt, versicherte mir, dass die wenigsten dieser Brunnen in der Stadt trinkbares Wasser liefern, sondern nur Wasser zum Waschen und Spülen und zur Reinigung der Wohnungen. Theils enthält es viel Salze, theils auch viel organische Substanzen. Wenn man bedenkt, auf welchen Wegen das Regenwasser von der Höhe des Felsens und von der Oberfläche der Abhänge in diese Brunnen gelangt, und welche Bodenschichten die meisten dieser Brunnen umgeben, so darf man sich nicht wundern, dass so selten einer gutes Trinkwasser liefert. Dass selbst hoch über dem Meeresspiegel das Wasser stellenweise soviel Salze enthält, dass es brackisch genannt werden muss, hat seinen Grund theilweise in dem Salzgehalt des Felsens selbst. In einer Höhe von 500 und 600 Fuss über dem Meere habe ich Gänge von Gypskrystallen erfüllt gesehen, ebenso sollen Ablagerungen von Bittersalz vorkommen.

Man kann sich ein ziemlich richtiges Bild von dem Trinkwasser in Gibraltar machen, wenn man die vier Proben ins Auge fasst, welche Sutherland in dem Berichte der Kasern- und Spital-Verbesserungs-Commission[1]) mittheilt. Die Probe I entstammt der Drainage der sandigen Landzunge, welche den Felsen mit der Küste von Spanien verbindet, zwischen der sogenannten Nordfronte und dem neutralen Grunde, wo sich mehrere Brunnen befinden, deren Wasser mit Eseln und Maulthieren in die Stadt und die Kasernen geschafft wird. Die Probe II ist das Wasser jenes gegrabenen Brunnens in der Alameda, der in die bereits erwähnte Wasserleitung fliesst; die Probe III ist ein Schöpfbrunnen in der Stadt, und die Probe IV ist in einem unterirdischen gemauerten Behälter (Tank) gesammeltes und aufbewahrtes Regenwasser, das theils von Hausdächern, theils von Bodenoberflächen dahin geleitet wird.

---

1) Report of the Barrack and Hospital Improvement Commission, the Mediterranean Stations. pag. 31.

1 Liter Wasser enthielt:

	I. Brunnen an der Nordfront	II. Wasser-leitung (Alameda)	III. Brunnen in der Stadt	IV. Cysternen-Wasser
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Schwefelsauren Kalk	0·064	0·177	0·214	0·021
Salpetersauren „	0·083	0·228	0·706	0·011
Kohlensauren „	0·173	0·242	—	0·018
Kohlensaure Bittererde . . .	0·081	0·218	0·157	0·513 ?
Salpetersaure „ . . .	—	—	0·102	—
Chloride von Kalium u. Natrium	0·107	0·407	1·141	0·051
Organische Substanzen . . .	0·057	0·141	0·109	0·071
Gesammt-Rückstand . . .	0·565	1·413	2·429	0·680

Man ersieht hieraus die durchschnittlich geringe Qualität des Trinkwassers in Gibraltar. Aber auch die Quantität ist gering, insoferne auch das Grundwasser ganz von der auf dem Felsen fallenden Regenmenge abhängt und keinen Zufluss von anderen Seiten her erwarten kann.

Da an wenigen Stellen gutes Trinkwasser gefunden wird, so ist die Vertheilung eine spärliche und zugleich mühsame, umständliche und kostspielige, hauptsächlich in Fässchen, die auf Karren und Eselsrücken transportirt werden. Ausserdem haben die meisten Häuser Cysternen, in denen das Regenwasser, welches auf die Hausdächer fällt, gesammelt wird. Sutherland berechnet (1861), dass die Wasserversorgung der Civilstadt mit 13,898 Einwohnern jährlich 3000 Pfunde (= 36,000 Gulden süddeutscher Währung) kostet, und dass auf den Kopf täglich nur $1^1/_2$ Gallonen (1 Gallone = $4^1/_2$ Liter) Wasser kommen. Auf den Kopf kommt hiernach jährlich ein Wasserzins von mehr als 4 Schilling (1 Schilling = 36 kr. s. W.), oder 1000 Gallonen kosten in Gibraltar 8 Schillinge (4 fl. 48 kr.). Sutherland gibt an, dass die Militär-Bevölkerung deshalb stets auf ein Wasserquantum beschränkt sei, als wäre die Festung im Belagerungszustande. Es empfangen nämlich als tägliche Rationen:

Offiziere im Dienst	7 Gallonen jeder im Tag,
Offiziere ausser Dienst / Soldaten	$2^1/_2$ Gallonen,
Frauen	$2^1/_2$ „
Kinder	1 „
Civildienstboten . .	2 „
Pferde	6 „

während man in England für eine Civil-Bevölkerung auf jeden Kopf ohne Unterschied mindestens 7 Gallonen rechnet. In den englischen Städten liefern die Wasserwerke alles in allem nicht bloss für Trinken, Kochen und sonstiges Hauswasser etwa 30 Gallonen täglich per Kopf.

Ein eigenthümliches Verhältniss zwischen Boden und Wohnhäusern herrscht namentlich in den höchst gelegenen Theilen der Stadt Gibraltar in den Districten 26, 27 und 25 (siehe Taf. IV), was durch das rasche Ansteigen des Berges bedingt wird: es drückt sich am deutlichsten durch die Schnitte nach *AB* und nach *CD* auf Taf. III aus. Schlecht construirte Wohnungen sind da terrassenförmig über einander gethürmt, nicht selten in der Weise, dass die gegen die Bergseite liegende Wand vom Berge selbst gebildet wird, der da von sehr erdiger Beschaffenheit und oft nur mit Mörtel oder Brettern bedeckt ist. Diese hoch gelegenen Wohnungen sind daher viel feuchter und dumpfer als die Casematten am Ufer des Meeres. Ein Umstand trägt noch wesentlich dazu bei, diesen Uebelstand zeitweise zu steigern, und das ist die natürliche Drainage der Oberfläche des Berges nach diesem Theile der Stadt zu. Wenn man auf Tafel III von Orange Bastion und Kings Bastion in geraden Linien den Berg aufwärts geht, so gewahrt man unmittelbar oberhalb der Stadt zwei sehr grosse Mulden ausgeprägt, (natural gulleys, wie sie Sutherland bezeichnet), welche die Drainage der westlichen Abdachung des Felsens in grosser Ausdehnung sammeln und wesentlich auf die obersten Theile der Stadt concentriren und ausgiessen. Die Districte 26 und 27 haben hiervon am meisten auszuhalten. Sie leiden daher auch bei jeder Gelegenheit davon, gleichwie auch anderwärts die Quartiere, die unmittelbar an einem Steilrande liegen, ganz vorzugsweise.

Die Regenverhältnisse von Gibraltar haben den unsrigen gegenüber manches eigenthümliche.

Die Regenmenge in Gibraltar wird seit dem Jahre 1790 fortlaufend bestimmt. Das Mittel des Jahres beträgt 32·809 englische Zolle, die Unterschiede einzelner Jahre sind aber sehr bedeutend. Die jährliche Regenmenge schwankte von 15 Zoll im Jahre 1800 und 13·6 im Jahre 1836 bis 75 Zoll im Jahre 1855 und 64 Zoll im Jahre 1858. Man kann sich denken, wie wechselnd die Durchfeuchtung, die Grundwasserverhältnisse des Felsens und seiner erdigen Abhänge unter solchen Umständen sein müssen. Nimmt man das Mittel aus den Beobachtungen von 1852 bis 1861, so erhöht sich die Regenmenge in Folge der zwei abnormen Jahre 1855 und 1858 auf 45 Zoll, nimmt man es aber aus den Jahren 1861 bis 1867, so sinkt es wieder auf 32 Zoll im Jahre. Man wird also letztere Zahl wohl als jährliches Mittel ansehen dürfen. Der regenreichste Monat ist November mit durchschnittlich (1852—1861) 10 Zoll, dann December, Januar und Februar mit je etwa 6 Zoll, März 4 Zoll, dann abnehmend bis Juli und August, in welchen Monaten oft gar kein Regen erfolgt, und im September und October beginnt die Regenmenge wieder zu steigen, um im November rasch das Maximum zu erreichen. Ich lasse hier die Monatsmittel des Barometers, Thermometers, der Regenmenge und der vorherrschenden Winde von 1852 bis 1861 folgen, wie sie Sutherland in seinem mehrerwähnten Berichte über die Mittelmeerstationen (p. 265) gibt, woraus man leicht eine Allgemeinvorstellung vom atmosphärischen Klima des Felsens von Gibraltar erhalten wird.

Monat	Mittlerer Luftdruck	Mittlere Temperatur	Mittlere Regenmenge	Vorherrschende Winde
	engl. Zolle	° Reaumur	engl. Zolle	
Januar	30·056	10·4	6·279	O. u. N.W.
Februar	30·007	10·2	6·099	N.W.
März	30·029	11·5	4·226	O. u. N.W.
April	29·997	13·0	2·513	N.W.
Mai	29.958	14·9	2·227	O. u. W.S.W.
Juni	30·019	16·9	1·761	O.
Juli	29·988	19·1	0·001	O.
August	29·965	19·7	0·477	O.
September	30·017	17·8	1·047	O. u. N.W.
October	30·022	15·6	3·662	O. u. N.W.
November	29·958	12·8	10·424	N.W.
December	30·079	11·1	6·039	N.W.

Gibraltar wurde bereits viermal von Choleraepidemien heimgesucht: 1834, 1854, 1860 und 1865. Die drei ersten Epidemien waren im Vergleich mit der letzten nur schwach, aber stets war die örtliche Vertheilung der Cholerafälle ähnlich wie in der Epidemie des Jahres 1865, deren Verlauf im Civil auf Taf. IV ersichtlich ist; in dem höchsten Theile der Stadt zeigten sich stets die meisten Erkrankungen. Der Verlauf in den Militär-Familien, in den Kasernen und Casematten des südlichen Theiles der Halbinsel, in der sogenannten Militärstadt, ist aus Taf. III ersichtlich, auf welcher überhaupt der Anfang der Epidemie von 1865, die ersten 53 Fälle mit Punkten und arabischen Ziffern bezeichnet sind. Der Verlauf unter den Soldaten wird etwas später in einer Tabelle nach Kasernen mitgetheilt werden.

Der erste Fall ereignete sich am 18. Juli an der Nordfronte, in dem Lager (Camp), welches die Mannschaft des 22. Regimentes bezogen hatte, welches mit dem Orontes von Malta gekommen war. Die Verhältnisse dieser Mannschaft und dieses Schiffes habe ich schon in meiner Abhandlung über Lyon und das Vorkommen der Cholera auf Schiffen[1]) ausführlich mitgetheilt. Unmittelbar nach dem Vorkommen dieses Falles schiffte sich ein Theil des 22. Regiments ein, und der andere verlegte sein Lager vom westlichen Gestade der Landzunge an das entgegengesetzte östliche, wo sich der zweite Fall am 31. Juli ereignete. Unmittelbar darnach schiffte sich auch der Rest des Regimentes nach Mauritius ein, wo es mit bekanntem Erfolge ankam. Die Fälle 3 bis 6 ereigneten sich in der Nähe des Lagers in einer Reihe kleiner Häuser von verheiratheten Unteroffizieren und Soldaten bewohnt, und von da sprang die Krankheit am 10. August in die grosse Casematten-Kaserne (Grand Casemates Barracks). Etwa eine Woche später, am 19. Aug., kam der erste Fall im Distrikt 17 Haus-Nr. 37 in der Civilstadt vor, der 22ste Fall in der fortlaufenden Reihe der Erkrankungen, und schon den nächsten Tag ereigneten sich 6 neue Fälle an verschiedenen Punkten der Stadt und der Halbinsel.

1) S. Zeitschrift für Biologie. Bd. IV S. 480.

Folgende Tabelle gibt die Sterblichkeit in der Civilbevölkerung der einzelnen Distrikte:

Distrikte	Bevölkerung	Choleratodesfälle	Todesfälle pro mille	Distrikte	Bevölkerung	Choleratodesfälle	Todesfälle pro mille
Nordfront	328	20	62	Stadtdistrikt 19	446	15	33
Catalanbucht	401	2	5	„ 20	18	—	—
Stadtdistrikt 1	126	2	16	„ 21	646	18	20
„ 2	740	9	12	„ 22	424	9	21
„ 3	940	33	35	„ 23	16	1	62
„ 4	149	2	13·4	„ 24	1066	29	27
„ 5	848	15	17·6	„ 25	1097	32	29
„ 6	309	3	10	„ 26	798	36	46
„ 7	211	5	23·6	„ 27	862	64	78
„ 8	154	—	—	„ 28	32	2	63
„ 9	234	6	25·6	Süddistrikt 1	337	5	15
„ 10	266	2	7·5	„ 2	179	—	—
„ 11	656	16	24·3	„ 3	769	14	18
„ 12	285	4	14	„ 4	53	1	19
„ 13	409	5	12	„ 5	110	5	36
„ 14	609	14	23	„ 6	212	2	9
„ 15	365	8	21·9	„ 7	123	3	24
„ 16	473	8	17	„ 8, 9 u. 10	238	—	—
„ 17	493	10	20	Lichterschiffe	—	4	—
„ 18	346	9	26			408	

Die ständige Bevölkerung der Stadt in den nördlichen Distrikten betrug damals 13018, in den südlichen Distrikten 2021, wozu eine wechselnde Fremdenbevölkerung von 1732 für die eigentliche Stadt, und 96 für die südlichen Distrikte zu rechnen ist.

Theilt man die Todesfälle nach der Erhebung der Wohnungen über den Meeresspiegel, so liefert Gibraltar einen jener Fälle, in welchen das Farr'sche Gesetz umgekehrt anzuwenden ist.

Höhe in Fussen über dem Meeresspiegel	Bevölkerung	Choleratodesfälle	Sterblichkeit pro mille
Unter 30 Fuss	1842	33	17
Von 30—150 Fuss . . .	7539	171	22·6
Von 150—250 Fuss u. darüber	3673	149	40

Den Grund für diese auffallende Erscheinung erblicke ich in den oben erörterten Boden-, Gefälls- und Grundwasser-Verhältnissen,

von denen die Distrikte 26 und 27 zunächst und am meisten betroffen werden. In den tieferen Theilen der Stadt scheinen die Grundwasserschwankungen weniger beträchtlich und der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens gleichmässiger zu sein. Die Armuth und die Ueberfüllung, welche vielfach in den Distrikten 26 und 27 herrscht, vermag die hohe Cholerasterblichkeit im Jahre 1865 nicht zu erklären, denn diese Momente waren während den früheren Epidemien namentlich 1860 in ganz gleichem Maasse zugegen, und doch starben damals von der Civilbevölkerung Gibraltars nur 36 Personen an Cholera

Soldaten	31
Soldatenfrauen und Kinder .	10
Gefangene	13
im Ganzen .	90

Man kann nicht mehr deutlicher zeigen, dass örtliche und zeitliche Disposition für Cholera nicht in Armuth und Ueberfüllung, Unreinlichkeit u. s. w. liegen kann. Die Wirkung, welche man diesen üblen Einflüssen auf die individuelle Disposition immer zuschreiben darf, kann sich erst geltend machen, je nachdem die örtliche und zeitliche Disposition des Bodens gegeben und entwickelt ist. Im Jahre 1860 waren die Distrikte 22, 24 und 25 die am meisten ergriffenen, die Distrikte 26 und 27 scheinen damals noch nicht reif gewesen zu sein, es trafen auf sie nur je 2 Cholerafälle und je 1 Choleratodesfall.

Gibraltar ist noch in mehrfacher Hinsicht ein sehr lehrreiches Beispiel, zu zeigen, was bei Choleraepidemien von keinem specifischen Einflusse ist, wenn es auch häufig dafür angenommen wird. Am Faden der Wasserversorgung z. B. lässt sich die Ausbreitung der Cholera in Gibraltar durchaus nicht verfolgen. Wesentlich sind es die Brunnen der Nordfront und bei der Alameda, welche neben Cysternenwasser das Wasser zum Trinken und Kochen liefern. Das Wasser der Brunnen bei der Alameda wird ebenso vielfach in den Distrikten 26 und 27, wie in 16, 20, 22 und 23 verwendet. Man hat desshalb auch noch nie den Versuch gemacht, die Choleraverbreitung in Gibraltar aus dem Trinkwasser zu erklären.

Ein anderer sehr lehrreicher Punkt ist die Kanalisirung von Gibraltar und ihr Vergleich mit der Verbreitung der Cholera. Auf Tafel IV ist das Kanalnetz, wie es im Jahre 1865 bestand, durch

punktirte Linien in den Strassen angegeben. In den Distrikten mit grösstem Gefälle (z. B. 26 und 27) kommen die meisten, in den Distrikten mit dem geringsten Gefälle (z. B. 9 und 10) kommen die wenigsten Cholerafälle vor. Der Unrath, namentlich die Cholera-ausleerungen wurden von den Distrikten 26 und 27 zwischen 11 und 14, 12 und 13 und 9 und 10 herabgeführt, ohne die Intensität der Cholera dahin zu verbreiten; im Gegentheil, dort wo der meiste Unrath zusammenfliesst, tritt sie immer schwächer auf, um zunächst dem Meere fast ganz zu verschwinden, was anderwärts gerade umgekehrt ist. Man darf nicht denken, dass die Häuser in den Distrikten 13 und 10 mit den Sewers oder Kanälen etwa in keiner directen Verbindung stehen. Ich habe im Distrikte 16 gewohnt, und habe in dem engen Hofe des Hauses die Verbindung mit dem nächsten Kanale oft in der unangenehmsten Weise durch den Geruch wahrgenommen. Namentlich des Nachts wirken diese engen geschlossenen Höfe (Patios) der dichtgedrängten Häuser, deren Mittelpunkt gewöhnlich der Ablauf nach dem unterirdischen Strassenkanale bildet, wie Kamine, durch welche die Luft aus den Kanälen in die kältere Atmosphäre und in die Zimmer des Hauses aufsteigt. Wenn die Cholera in Gibraltar die tiefst gelegenen Quartiere am meisten heimgesucht hätte und nicht die höchsten, so würde es zur herkömmlichen Erklärung eines heftigen Ausbruches in den untersten Stadttheilen genügt haben, wenn irgend ein Choleraflüchtling aus einer inficirten Gegend sich im Distrikt 27 oder 26 niedergelassen, Diarrhoë bekommen und seine Ausleerungen in den Sewer gegossen hätte, welche unvermeidlich nach den Distrikten 13 und 10 gespült worden wären.

Die eigenthümlichen Verhältnisse von Gibraltar als einer englischen Festung in Spanien bringen selbstverständlich vieles mit sich, was sonst weder in spanischen noch in englischen Städten vorkommt, ohne sich aber im Verlaufe der Cholera irgendwie auszusprechen. Dr. Stokes und Dr. Wortmann versicherten mir, dass die unteren Klassen in Gibraltar sich viel besser nähren, als in anderen spanischen Städten. Der Arbeiter und Taglöhner in Gibraltar lebt von Fleisch, Weizenbrod, Maccaroni, Früchten und Gemüsen, während die unteren Klassen in Spanien hauptsächlich

nur Vegetabilien verzehren. Das gewöhnliche Getränk in Gibraltar ist Wein, die englische Bevölkerung und Soldaten trinken auch Bier (Ale). Der Soldat empfängt täglich 1 Pfund (453 Grm.) Fleisch. Trotzdem zeigte sich die Cholera in Gibraltar nicht anders als in anderen spanischen Städten, und sie wurde auch ebenso behandelt. Die Polizei untersuchte von Haus zu Haus, um die Kranken in ein Spital oder ihnen sonst Hilfe zu schaffen, die Aerzte behandelten die Armen unentgeltlich, jeder Arzt hatte eine Anzahl von Distrikten unter sich, man errichtete Suppenanstalten und unterstützte die Armen mit reichlichen Gaben, die man auf dem Wege der Subscription zusammenbrachte.

Jeder Arzt hatte zwar für sich einige Besonderheiten in der Behandlung, aber im Allgemeinen war sie auch, wie bei uns. Dr. Stokes und Andere haben einen sehr häufigen Gebrauch von doppeltkohlensaurem Natron mit etwas Camphor gemacht.

Rec. Camphor. gr. xij,
Bicarbon. Sodae ʒ j,
Tinct. Cardamom. ʒ iv,
Aq. purae ℥ vij ß.

Bei Diarrhöe wurde von dieser Mixtur alle Stunden 1 Esslöffel voll gegeben, die Kranken erhielten dazu gute Fleischbrühe und mussten zu Hause bleiben. Bei einem wirklichen Choleraanfall wurde der Kranke ganz entkleidet und am ganzen Körper mit warmem trocknem Flanell oder Handtuch gerieben, dann ins Bett gelegt und mit wollenen Tüchern wohl zugedeckt. Die vom Krampf ergriffenen Muskeln wurden mit der Hand auf der Aussenseite der Tücher gerieben. Die Ausleerungen erfolgten, ohne aufzustehen. Alle zehn Minuten wurde ein Esslöffel voll der obigen Mixtur gegeben, bis das Erbrechen aufhörte, dann jede halbe Stunde einige Esslöffel voll Suppe. Etwa am dritten oder vierten Tage wurde alle 3 Stunden 1 Gran Calomel gereicht, bis ein galliger Stuhl erfolgte. Kein Opium, Branntwein oder Chloroform wurde einem Kranken verordnet. Die genauesten Angaben über Zahl der Lebenden, Erkrankten und Gestorbenen gibt selbstverständlich der Bericht über den Verlauf der Cholera in der Besatzung, unter den Soldaten und ihren Familien.

Der Präsenzstand vom Juli bis Ende October 1865 und die Cholerafälle in Gibraltar waren folgende:

	Kopf-zahl	Cholera-fälle	Todesfälle
Mannschaft . .	4854	121	76
Frauen	421	18	12
Kinder	703	24	18
Summe	5978	163	106

Im Ganzen sind von allen Erkrankten (163) nicht weniger gestorben (106), als anderwärts auch, wo die Cholera epidemisch auftritt, nämlich 65 Procent.

Wie ich schon in meiner Abhandlung über Lyon angeführt habe, hat Gibraltar im Jahre 1865 auch eine Quarantäne für den See-, und einen Cordon für den Land-Verkehr eingerichtet. Mit welchem Erfolge ist bekannt. Beide haben sich gleich nutzlos erwiesen. Man hat mir die unterhaltendsten Geschichten erzählt, wie Quarantäne und Cordon umgangen, wie schwunghaft der Schmuggel betrieben wurde und wie einträglich das Geschäft war. Noch nie hatte Gibraltar so gute Quarantäne und Cordon, aber auch noch nie eine so heftige Choleraepidemie als im Jahre 1865, die 7mal mehr Menschenleben kostete, als im Jahre 1860. Trotzdem bin ich für vorläufige Fortsetzung der Quarantäne in den Mittelmeerstationen, weil ich sie für ein sehr werthvolles, ja das einzige Mittel betrachte, um die Verbreitung der Cholera durch Schiffe so weit zu verfolgen, dass wir zuletzt die nöthigen Anhaltspunkte für ein praktisches Eingreifen erhalten. Ich erinnere an das, was ich in meiner Abhandlung über Lyon in dieser Zeitschrift Bd IV. S. 434 gesagt habe. Wenn die Quarantänen nicht für ätiologische Zwecke dienen, soll man sie ganz aufheben.

Zur Vervollständigung des Bildes vom Verlaufe der Cholera 1865 in Gibraltar habe ich noch die Anzahl der Cholerafälle in den einzelnen Kasernen, in den Quartieren der verheiratheten Soldaten und in den Gefängnissen nachzutragen.

Kasernen.

Name der Kaserne	Waffengattung	Belegung im Juli 1865	Epidemische Fälle in jeder Kaserne				Choleratodesfälle pro mille
			Diarrhöe		Cholera		
			erkr.	gest.	erkr.	gest.	
Grand Casemates . . .	Infanterie	613	15	—	11	3	43
do.	Artillerie	75					
Moorish Castle	„	77	23	—	7	5	65
Orange Bastion	„	78	6	—	5	5	65
Prince Alberts Front . .	„	102	15	—	2	1	9
King's Bastion	Infanterie	49	2	—	4	4	71
Wellington Front . . .	„	412	10	—	7	5	12
Gunners Barrack . . .	Artillerie	12	—	—	2	—	—
Town Range	Infanterie	102	19	—	2	2	8
do.	Genie	127					
Hargrave's Barrack . . .	„	95	20	—	2	1	9
Jumper's Bastion . . .	Artillerie	79	10	—	—	—	—
South Barracks	Inf. u. Artill.	693	9	—	13	10	14
Rosia Stone Barracks . .	Artillerie	77	6	—	4	1	13
Buena Vista Barracks . .	Infanterie	276	29	—	8	4	14
„ „ Huts . . .	Inf. u. Genie	252	12	—	4	4	16
Windmill Hill Barrack .	Infanterie	284	3	—	4	2	7
Europa Huts	„	378	16	—	10	8	21
Defensible Barrack . . .	Artillerie	76	5	—	—	—	—
Brewery Barrack . . .	„	44	3	—	—	—	—
Windmill Hill Huts . .	Infanterie	62	—	—	1	—	—
Catalan Bay	„	63	1	—	3	1	11

Quartiere der Verheiratheten.

	Diarrhöe		Cholera	
	erkrankt	gest.	erkrankt	gest.
Moorish Castle	37	—	7	5
Prince Alberts Front . .	1	—	—	—
North Fronth	1	—	4	3
Hargraves Barracks . .	3	—	1	1
King's Bastion	9	1	1	1
Crutchet's Ramp . . .	1	—	1	—
Buena Vista	—	—	1	1
Grand Casemates . . .	11	3	2	2
Wellington Front . . .	2	1	1	1
Town-Range	5	—	2	1
Buena Vista Huts . . .	2	1	1	1
Windmill Hill Barracks .	—	—	1	1
Windmill Hill Camp . .	9	4	1	1
Europa Pass.	6	1	—	—
Soldiers Home	6	—	2	2
South Barracks	—	—	1	1

Die Anzahl der Frauen und Kinder in den einzelnen Quartieren liessen sich nicht genau ermitteln und Sutherland hat desshalb unterlassen, die Todesfälle pro mille anzugeben.

Gibraltar hat drei Gefängnisse, zwei Militärgefängnisse in Moorish Castle und Windmill Hill und eines für gemeine Verbrecher (Convicts), ein Zuchthaus im Süd-Distrikt Nr. 3 (s. Tf. III). In Moorish Castle sind nur sehr wenige Gefangene gewesen, unter denen vier Choleraerkrankungen vorkamen, aber keine tödtlich endete. Das stärker besetzte Militärgefängniss in Windmill Hill hatte nur drei Cholerafälle, von denen gleichfalls keiner tödtlich endete. Nur ein Mann aus dem Civil erkrankte und starb da an Cholera. Das Verbrecher-Gefängniss zwischen New Mole und Jumpers Bastion gelegen, hatte beim Ausbruche der Epidemie 850 Gefangene, von denen 79 von Cholera ergriffen wurden und 54, mithin 63 pro mille, starben.

Fasst man den Verlauf in den vom Militär eingenommenen Oertlichkeiten näher ins Auge, so findet man manche schlagende Uebereinstimmung mit dem Verlaufe in der Civilbevölkerung. In mehrern der genannten Lokalitäten ist die Anzahl der darin befindlichen Personen so gering gewesen, dass die Berechnung der vorgekommenen Choleratodesfälle auf 1000 leicht ein durch Zufälligkeiten entstellbares Resultat liefern kann, aber doch scheint es mir nicht ohne Bedeutung, dass die Mannschaft und die Familien im Maurenschloss (Moorish Castle) nicht minder von der Epidemie zu leiden hatten, als die Civilbevölkerung in den benachbarten Distrikten 26 und 27. Die mit 688 Mann belegte tiefliegende grosse Casematten-Kaserne hatte nur 15 Diarrhöen und 11 Cholerafälle, während in dem hochliegenden Moorish Castle unter 77 Mann 23 Diarrhöen und 7 Cholerafälle vorkamen. Auch die in Moorish Castle untergebrachten Soldatenfamilien hatten viel mehr an Diarrhöe und Cholera zu leiden, als die in Grand Casemates. Von den tiefliegenden Kasernen sind Orange Bastion mit 78 Mann, und Kings-Bastion mit 49 Mann verhältnissmässig am stärksten von Choleratodesfällen betroffen, aber wie schon erwähnt, die absoluten Zahlen sind hier so klein, dass der Zufall leicht eine sehr grosse Rolle spielen konnte. Auffallend ist mir, dass Moorish Castle mit 77 Mann

und Orange Bastion mit 78 Mann beide wohl gleiche Anzahl von Choleratodesfällen (5), aber eine sehr ungleiche Anzahl von Choleradiarrhöen (23 und 6) aufweisen. Die grosse Kaserne von Wellington Front mit 412 Mann zeigt nur 10 Diarrhöen und 5 Choleratodesfälle.

Der nördliche und südliche Theil der Halbinsel (Civil- und Militär-Stadt) zeigen unverkennbar darin einen Gegensatz, dass die Cholera im nördlichen Theile intensiver in der Höhe, und im südlichen Theile in der Tiefe verlief. So bestimmt sich das im nördlichen Theile in der Civilbevölkerung ausspricht, ebenso bestimmt spricht es sich im südlichen Theile sowohl in den dortigen Kasernen als auch in den Gefängnissen aus. Die Windmill Hill-Kaserne mit 284 Mann und die Europa Huts mit 378 Mann hatten eine Mortalität von 7 und 21 pro mille. Im Militärgefängniss auf Windmill Hill ereigneten sich nur 3 Cholerafälle und kein Todesfall unter den Gefangenen, im Zuchthaus (Convict Establishment) 79 Cholerafälle und 54 Todesfälle. Der Grund davon liegt nach meiner Ansicht in den verschiedenen Verhältnissen des Gefälls der Oberfläche und der Drainage. Im nördlichen Theile viel schroffere Abhänge und die zwei grossen Mulden oberhalb der Stadt, im südlichen Theile sind die Abhänge minder steil, sondern ausgebreiteter, von einem so bedeutenden Hochplateau, wie Windmill Hill, unterbrochen. Dass Windmill Hill kein der Epidemie günstiger Platz war, zeigte sich deutlich, als nach Ausbruch der Epidemie, um in den Kasernen Platz zu gewinnen, das ganze 78. Hochländer-Regiment dort ein Lager mit Zelten bezog. Es kamen vom 25. August bis 13. Oktober in diesem Lager nur 6 Cholerafälle, und in solchen zeitlichen Zwischenräumen (25. August, 5. und 12. September, 1., 5. und 13. Oktober) vor, dass man von einem epidemischen Auftreten wohl nicht sprechen kann. Bei der Nähe so vieler anderer Infektionsheerde und dem unvermeidlichen Verkehre einzelner damit wird niemand mit Bestimmtheit behaupten wollen, dass die Infektion im Lager von Windmill Hill erfolgt sein müsse, und niemand kann ausser Acht lassen, dass es unerklärlich wäre, dass so wenige inficirt worden, wenn im Lager von Windmill Hill selbst ein Infektionsheerd sich gebildet hätte.

Das Militärgefängniss in Windmill Hill liegt etwa 400 Fuss

über dem Meeresspiegel, hat eine gesunde Lage und gute Drainage nach allen Seiten hin. Das Zuchthaus liegt wenige Fuss über dem Meere, am Marine Hof (Naval Yard) auf einem schmalen Streifen Land zwischen der See und einer hohen Mauer, die einen Steilrand abschliesst. Zwischen den Süddistrikten 2 und 4 (s. Taf. III) zieht sich eine grössere Mulde im Terrain in der Richtung gegen das Zuchthaus herab. Bemerkenswerth ist auch noch, dass in diesem Zuchthaus die Epidemie zuletzt ausbrach, nachdem sie bereits alle ihre übrigen Sitze schon wieder zu verlassen begann. Diess ist um so auffallender, als die ganze Zeit hindurch nicht nur neue Einlieferungen erfolgten, sondern auch die Sträflinge den Tag über an verschiedenen Orten der Halbinsel in Arbeit waren und jede Nacht in ihr Gefängniss zurückkehrten.

So viel dürfte jetzt wohl jedem klar sein, dass der Mangel an porösem Boden und Grundwasser kein Hinderniss für das Auftreten der Cholera in Gibraltar bilden kann; interessant kann nur noch die Frage sein, warum die Epidemie nur in gewissen Jahren auftritt, und warum sie im Jahre 1865 eine so ungewöhnliche Heftigkeit erlangte. Für mich liegt bekanntlich das wesentlichste bis jetzt bekannte zeitliche Moment in den Grundwasserverhältnissen des porösen Bodens. Ich habe mich darüber kürzlich erst wieder ausgesprochen in meiner Abhandlung über Boden und Grundwasser,[1]) in der ich namentlich den Einwürfen und Bedenken Virchow's zu begegnen suchte. Da nun in letzter Instanz die Grundwasserverhältnisse immer von den atmosphärischen Niederschlägen abhängen, und diese in Gibraltar seit Anfang dieses Jahrhunderts beobachtet sind, so lässt sich fragen, was denn eigentlich die Cholera-Jahre 1834, 1854, 1860 und 1865 von andern Jahren unterscheidet.

Bei der Cholerafrage können natürlich nur jene Jahre in Betracht kommen, wo der Cholerakeim sich im Mittelmeere und dessen Hafenplätzen zeigte.

Der Raum der Zeitschrift gestattet mir nicht, die monatlichen Regen-Mengen aller Jahre, die bei der Choleraverbreitung im Mittelmeere in Betracht kommen können, mitzutheilen, aber in einem An-

1) Siehe diese Zeitschr. Bd. V. S. 171.

hange zu dieser Abhandlung werde ich sie doch von 1853 bis 1867 zur Kenntniss des Lesers bringen. An dieser Stelle wird es genügend sein, die Jahresmengen ins Auge zu fassen, die ich von 1790 anfangend in nachfolgender Tabelle gebe:

Jährliche Regenmenge in Gibraltar von den Jahren 1790 bis 1867.

Angegeben in englischen Zollen.

Jahr	Regen	Jahr	Regen	Jahr	Regen	Jahr	Regen	Jahr	Regen	Jahr	Regen	Jahr	Regen
1790	29·1	1802	42·6	1814	27·0	1826	28·2	1838	50·8	1850	32·3	1862	31·8
1791	44·0	1803	50·9	1815	36·7	1827	26·0	1839	30·2	1851	22·1	1863	24·8
1792	19·1	1804	30·6	1816	25·2	1828	21·5	1840	37·3	1852	28·7	1864	40·0
1793	22·4	1805	39·4	1817	26·7	1829	61·1	1841	21·1	1853	46·7	1865	41·6
1794	21·5	1806	29·7	1818	30·9	1830	26·7	1842	22·2	1854	38·3	1866	27·8
1795	25·6	1807	33·0	1819	23·6	1831	42·9	1843	23·8	1855	75·8	1867	23·3
1796	64·6	1808	31·2	1820	37·3	1832	18·9	1844	44·3	1856	42·5		
1797	30·5	1809	37·3	1821	30·1	1833	26·7	1845	36·0	1857	26·5		
1798	31·2	1810	27·7	1822	18·0	1834	42·2	1846	21·4	1858	63·7		
1799	42·2	1811	40·3	1823	25·5	1835	32·0	1847	25·3	1859	35·8		
1800	15·1	1812	47·0	1824	17·0	1836	13·7	1848	27·5	1860	34·6		
1801	29·5	1813	31·6	1825	29·4	1837	33·8	1849	28·4	1861	55·4		

Fragt man sich zuerst, was ist das Mittel des Regens aus sämmtlichen Jahren, so ergiebt sich nahezu die Zahl 32 Zoll. Sieht man nun nach den Jahresmitteln der 4 Cholerajahre für Gibraltar, so findet man für 1834 — 42 Zoll

„ 1854 — 38 „

„ 1860 — 34 „

„ 1865 — 41 „

Die Regenmenge der Cholerajahre steht also ausnahmslos über dem Mittel. In dieser Beziehung contrastirt die Cholera mit dem Gelbfieber, welches Gibraltar früher gleichfalls öfter heimgesucht hat, wie aus folgender Tabelle zu ersehen.

Jahr	Anzahl der Todesfälle an Gelbfieber	
	Militär	Civil
1804	869	4864
1810	6	17
1813	391	508
1814	114	132
1828	507	1170

Man sieht, um wie viel das Gelbfieber schon mörderischer in Gibraltar gewüthet hat, als die Cholera. Die Gesammt-Regenmenge des Jahres 1804 ist 30 Zoll
1810 „ 27 „
1813 „ 31 „
1814 „ 27 „
1828 „ 21 „

Die Gelbfieberjahre sind alle ohne Ausnahme unter dem Mittel der Regenmenge, und dass das trockenste Jahr nicht die meisten Gelbfieberfälle zeigt, hat keine Bedeutung — die Jahresregenmenge umfasst die Niederschläge vom Januar bis mit December, und die Gelbfieberepidemien verlaufen wesentlich im Sommer. Wenn es nun vom Januar bis September sehr wenig regnet, der Sommer also ein sehr trockener wird, so können starke Niederschläge im October, November und December doch immer noch eine ziemlich hohe Jahresregenmenge ergeben, ohne dass die Epidemien des Sommers von den im Herbste nachfolgenden Niederschlägen abhängen. Die monatlichen Niederschläge in Gibraltar stehen mir nur vom Jahre 1852 anfangend zu Gebot, ich kann also über die Gelbfieberjahre in dieser Hinsicht nichts näheres mittheilen. Aus der oben mitgetheilten Tabelle der mittlern monatlichen Regenmenge von 1852 bis 1861 ist die Regenmenge vom Januar bis Juni etwas grösser, als die vom Juli bis December, was auch dafür spricht, dass es durchschnittlich nicht weit gefehlt sein kann, wenn man sich im allgemeinen Urtheil beim Auftreten einer Krankheit im Sommer von der Regenmenge des ganzen Kalenderjahres leiten lässt.

Was im vorliegenden Falle namentlich grosses Interesse bietet, ist die Frage, warum 1848/49, wo in Marseille, mit dem Gibraltar in lebhaftem direktem Verkehr steht, so heftige Choleraausbrüche erfolgten, die Krankheit nicht auf den Felsen verpflanzt wurde. In der Tabelle erblickt man die merkwürdige Thatsache, dass vom Jahre 1846 anfangend bis zum Jahre 1850 die Niederschläge weit unter dem Mittel bleiben, erst das Jahr 1850 erreicht das Mittel, die nächsten beiden Jahre bleiben aber wieder darunter, und erst die Jahre 1853 und 1854 überschreiten es wieder und zwar beträchtlich, und im Sommer 1854 zeigt sich eine Choleraepidemie.

Das Jahr 1855 erreicht die höchste Regenmenge (75 Zoll), die in diesem Jahrhundert in Gibraltar beobachtet worden ist. Man könnte denken, Gibraltar habe von da an sein Klima bleibend verändert, denn die mittlere Regenmenge der vier folgenden Jahre zusammen beträgt nun über 35 Zoll. Das Jahr 1860 sinkt kaum um einen Zoll und die Cholera zeigt sich wieder, wenn auch schwach epidemisch. Das Jahr 1861 zeichnet sich wieder durch sehr hohe Niederschläge (55 Zoll) aus, wesentlich durch 23 Zoll im December, die also grossentheils dem folgenden Jahre 1862 zu Gute kommen mussten, welches in den ersten 5 Monaten 23 Zoll dazu empfing, wodurch der Felsen ganz ungewöhnlich mit Wasser getränkt worden sein musste. Das Jahr 1863 zeigt mittlere Verhältnisse, aber schon das Jahr 1864 erhebt sich wieder weit über das Mittel, ebenso namentlich Januar bis Mai des Jahres 1865. Im Juni 1865 aber regnete es nicht mehr einen Zoll, und die Monate Juli und August dieses Jahres waren bei einer über das Mittel erhöhten Temperatur und constantem Ostwinde ohne einen Tropfen Regen.

Es ist also gewiss keine blosse Hypothese, wenn ich behaupte, dass der abnorm heftigen Choleraepidemie des Jahres 1865 in Gibraltar mehrere Jahre hindurch auch so eine abnorme Steigerung der Durchfeuchtung des Bodens, d. h. seiner Grundwasserverhältnisse vorausgegangen ist, wie sie in diesem Jahrhundert, seit wir die Cholerakeime in Europa haben, noch nie dagewesen sein konnten.

Wenn die Dauer und die Veränderung gewisser Feuchtigkeitsstände im Boden eine der Bedingungen sind, welche die örtliche und zeitliche Disposition eines Ortes für Choleraepidemien schaffen, worauf jetzt so viele Beobachtungen und Thatsachen und namentlich auch das Verhalten der Cholera in Ostindien so unzweideutig hinweisen, so darf man annehmen, dass das abnorm nasse Decennium von 1855 bis 1865 auch jene Processe im Boden von Gibraltar vorbereitet, gesteigert und ausgebildet habe, welche während der abnorm heftigen Epidemie des Jahres 1865 abgelaufen und zu endlichen Geltung gekommen sind.

In den Jahren 1866 und 1867, in denen die Regenmenge wieder beträchtlich unter das Mittel gesunken war (27 und 23 Zoll) zeigte Gibraltar nicht mehr die geringste Empfänglichkeit, obwohl

die Cholera in Spanien und Nordafrika sich zeigte, und stellenweise heftig auftrat. Gibraltar scheint jetzt wieder auf seine Verhältnisse in den vierziger Jahren zurückzugehen.

Diese Verhältnisse sprechen sich wahrscheinlich nur desshalb in Gibraltar so deutlich aus, weil vielleicht kein stark bewohnter Fleck Erde so scharf begränzte Drainage-Verhältnisse hat. Kein Fluss, kein Bach, keine wasserdichte Schichte führt Wasser von wo anders her nach Gibraltar, sondern nur der Regen, von dessen Menge hier auf der kleinen Halbinsel wie vielleicht nirgend ganz allein die örtlichen Grundwasserverhältnisse bedingt werden. — In Gibraltar hat es sich schon öfter gezeigt, dass die Disposition für Cholera-epidemien selbst mit ganz nahe gelegenen Städten in Spanien (Algesiras, San Rocque etc. etc.) nicht gleichzeitig oder gleich gross ist.

Mir erscheint jetzt der Felsen von Gibraltar, als ob er ein Stück Boden wäre, das man absichtlich zur Anstellung gewisser Beobachtungen und Experimente vom Lande getrennt und behufs sicherer Isolirung von umliegenden complicirenden Einflüssen in das Meer hinausgerückt hätte.

Monatliche Zusammenstellungen über Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, Regenmenge und vorherrschende Winde in Gibraltar vom Jahre 1853 bis 1867.

1853.

Monate	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigkeit	Regenmenge in engl. Zollen	Vorherrschende Winde
Januar	10,9	0,763	4,53	N.W.
Februar	8,6	0,735	10,49	N.W.
März	10,8	0,683	2,51	N.W.
April	12,0	0,713	1,32	N.W.
Mai	13,6	0,717	6,48	S.W.
Juni	16,4	0,655	0,07	N.W. u. SW.
Juli	18,8	0,695	—	N.W.
August	20,3	0,672	—	N.W. u. S.W.
September	18,3	0,727	1,24	N.W.
October	15,1	0,747	2,59	N.W.
November	11,4	0,760	5,56	N.W.
Dezember	10,0	0,793	11,94	N.W.
Summe der Regenmenge . . .			46,73	

1854.

Monate	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigkeit	Regenmenge in engl. Zollen	Vor-herrschende Winde
Januar	9,9	0,754	5,08	S.W.
Februar	10,5	0,689	1,55	N.W.
März	11,6	0,774	2,43	N.W.
April	12,7	0,857	6,35	N.W.
Mai	15,1	0,720	1,19	N.W.
Juni	16,2	0,801	1,21	S.W.
Juli	18,6	0,699	—	S.
August	19,7	0,797	1,70	N.W
September	18,2	0,852	1,81	N.W.
October	15,7	0,754	0,48	N.W.
November	11,8	0,779	16,49	N.W.
December	10,0	0,694	0,03	N.W.
Summe der Regenmenge . . .			38,32	

1855.

Monate	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigkeit	Regenmenge in engl. Zollen	Vor-herrschende Winde
Januar	9,7	0,736	7,31	N.W.
Februar	11,4	0,763	12,81	S.W.
März	11,4	0,700	7,34	S.W.
April	12,9	0,700	2,31	S.
Mai.	13,7	0,713	5,12	N.W. u. S.W.
Juni	15,9	0,673	11,3	N.W.
Juli	18,7	0,687	0,01	O.
August	19,6	0,712	1,60	O.
September	16,6	0,767	5,046	O.
October	15,9	0,745	7,20	N.W.
November	11,5	0,781	13,478	N.W.
December	10,8	0,800	18,05	—
Summe der Regenmenge . . .			75,84	

1856.

Monate	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigkeit	Regenmenge in engl. Zollen	Vorherrschende Winde
Januar	10,6	0,798	21,624	N.W.
Februar	10,4	0,777	7,267	O.
März	11,3	0,783	4,78	O.
April	12,8	0,743	2,52	N.W.
Mai	15,5	0,679	0,30	N.W.
Juni	16,6	0,751	0,18	O.
Juli	18,7	0,721	—	O.
August	19,7	0,725	0,26	O.
September	17,6	0,722	0,115	N.W.
October	15	0,764	3,41	O.
November	12,3	0,717	2,45	O.
December	10,9	0,699	2,24	N.W.
Summe der Regenmenge			42,54	

1857.

Monate	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigkeit	Regenwetter in engl. Zollen	Vorherrschende Winde
Januar	11,8	0,680	1,715	W.
Februar	9,9	0,741	6,924	O.
März	11,3	0,704	2,425	W.
April	12,4	0,695	0,401	N.W.
Mai	13,5	0,698	2,710	O. u. W.
Juni	16,6	0,657	0,680	O.
Juli	19,3	0,704	—	O.
August	19,3	0,699	0,483	O.
September	17,9	0,683	0,695	O.
October	17,4	0,757	2,365	O.
November	13,3	0,799	6,528	O.
December	12	0,644	1,644	O.
Summe der Regenmenge			26,495	

1858.

Monate	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigkeit	Regenmenge in engl. Zollen	Vorherrschende Winde
Januar	9,9	0,662	9,044	O.
Februar	10,6	0,733	9,440	W.
März	11,5	0,715	6,330	O.
April	14,6	0,658	0,088	O.
Mai	15,7	0,575	0,491	O.
Juni	18,4	0,567	0,060	O.
Juli	19,4	0,599	—	O.
August	19,9	0,656	0,508	O.
September	17,9	0,705	4,040	O.
October	15,8	0,719	6,800	O.
November	14,8	0,789	24,330	W.
December	11,3	0,614	2,615	N.W.
Summe der Regenmenge . . .			63,696	

1859.

Monate	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigkeit	Regenmenge in engl. Zollen	Vorherrschende Winde
Januar	10,2	0,607	1,110	O.
Februar	10,6	0,622	1,851	O.
März	12,0	0,601	—	O.
April	14,2	0,693	2,854	W.
Mai	15,3	0,737	2,786	W.
Juni	12,8	0,720	3,604	W.
Juli	19,7	0,750	—	S.O.
August	26,3	0,699	0,160	W.
September	18,6	0,707	0,080	O.
October	15,1	0,764	5,493	W.
November	12,8	0,779	9,011	W.
December	11,3	0,765	8,870	O.
Summe der Regenmenge . . .			35,855	

1860.

Monate.	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigkeit	Regenmenge in engl. Zollen	Vor-herrschende Winde
Januar	10,8	0,794	6,560	W.
Februar	8,3	0,704	0,892	N.W.
März	11,4	0,778	2,357	O.
April	12,6	0,775	6,356	N.W.
Mai	16,2	0,736	—	O.
Juni	17,7	0,709	0,302	W.
Juli	19,5	0,704	0,013	O.
August	19,5	0,733	0,048	O.
September	16,8	0,706	1,027	N.W.
October	15,7	0,793	0,047	O.
November	13,9	0,809	9,528	N.W.
Dezember	12,2	0,823	7,469	W.
Summe der Regenmenge . . .			34,599	

1861.

Monate	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigkeit	Regenmenge in engl. Zollen	Vor-herrschende Winde
Januar	10,4	0,750	6,243	O.
Februar	10,7	0,790	6,860	W.S.W.
März	12,5	0,750	2,334	W.S.W
April	13,1	0,190	1,565	O.
Mai	14,8	0,770	3,515	O.
Juni	17,6	0,690	0,013	O.
Juli	18,6	0,680	0,007	W.S.W.
August	20,2	0,770	0,028	O.
September	18,8	0,770	0,348	O.
October	16,6	0,840	2,634	O.
November	13,9	0,810	7,326	O.
December	12,2	0,190	23,575	O.
Summe der Regenmenge . . .			55,448	

1862.

Monate	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigkeit	Regenmenge in engl. Zollen	Vor-herrschende Winde
Januar	10,7	0,690	5,449	W.
Februar	11,0	0,700	6,341	W.
März	12,3	0,700	5,366	O.
April	13,5	0,780	2,877	N.O.
Mai	15,5	0,750	2,075	S.W.
Juni	18,3	0,675	—	N.O.
Juli	19,8	0,720	—	N.O.
August	20,0	0,700	0,050	S.W.
September	17,3	0,825	1,855	N.O.
October	16,2	0,805	0,080	O.
November	12,1	0,790	5,690	N.W.
December	11,2	0,140	2,005	O.
Summe der Regenmenge . . .			31,788	

1863.

Monate	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigeit	Regenmenge in engl. Zollen	Vor-herrschende Winde
Januar	10,5	0,720	1,710	N.O.
Februar	10,6	0,730	2,267	O.
März	11,5	0,660	1,545	N.
April	12,8	0,750	4,926	O.
Mai	13,9	0,800	3,258	O.
Juni	17,0	0,990	0,255	O.
Juli	19,7	0,730	—	O.
August	19,3	0,740	0,015	O.
September	17,1	0,720	1,145	O.
October	14,2	0,790	6,409	O.
November	12,1	0,740	2,600	O.
December	10,0	0,760	0,665	O.
Summe der Regenmenge . . .			24,795	

1864.

Monate	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigkeit	Regenmenge in engl. Zollen	Vorherrschende Winde
Januar	9,9	0,760	2,575	In der mir vom Colonialsecretariat zugestellten Abschrift fehlt die Angabe für 1864.
Februar	9,8	0,735	2,780	
März	10,8	0,760	8,535	
April	12,7	0,760	4,376	
Mai	15,7	0,740	1,000	
Juni	18,2	0,810	0,220	
Juli	19,6	0,888	—	
August	20	0,785	—	
September	17,8	0,800	0,160	
October	14,7	0,830	11,072	
November	12,1	0,740	2,707	
December	9,5	0,785	6,805	
Summe der Regenmenge			40,230	

1865.

Monate	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigkeit	Regenmenge in engl. Zollen	Vorherrschende Winde
Januar	10,6	0,775	4,225	N.W.
Februar	10,4	0,755	10,330	O.
März	10,4	0,670	2,940	N.W.
April	12,1	0,775	3,265	S.O.
Mai	14,6	0,775	2,970	O.
Juni	17,9	0,715	0,820	S.O.
Juli	19,5	0,700	—	O.
August	18,8	0,705	—	N.W.
September	18,4	0,815	1,497	O.
October	15,6	0,790	7,070	N.W.
November	12,5	0,780	7,130	S.W.
December	9,7	0,765	2,780	O.
Summe der Regenmenge			41,577	

1866.

Monate	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigkeit	Regenmenge in engl. Zollen	Vorherrschende Winde
Januar	9,8	0,770	0,890	O.
Februar	10,8	0,800	4,210	
März	10,0	0,780	10,851	O.
April	12,3	0,785	1,570	O.
Mai.	14,6	0,740	3,590	O.
Juni	16,5	0,705	1,600	W.
Juli	18,5	0,675	—	O.
August	18,8	0,645	0,150	O.
September	16,2	0,680	1,123	O.
October	13,5	0,840	2,960	O.
November	13,4	0,775	—	O.
December	12,5	0,773	1,055	O.
Summe der Regenmenge . . .			27,799	

1867.

Monate	Mittlere Temperatur ° R.	Luft-feuchtigkeit	Regenmenge in engl. Zollen	Vorherrschende Winde
Januar	10,7	0,795	9,950	S.W.
Februar	11,3	0,790	0,300	O.
März	12,2	0,835	2,132	O.
April	14,3	0,705	—	W.
Mai	15,5	0,695	0,565	O.
Juni	17,7	0,720	—	O.
Juli	18,9	0,715	—	W.
August	19,1	0,720	—	O.
September	17,5	0,745	1,149	O.
October	15,2	0,785	0,830	O.
November	12,8	0,830	3,546	O.
December	9,7	0,755	4,886	O.
Summe der Regenmenge . . .			23,358	



Mycosis intestinalis.

Von

Ludwig Buhl.

In Nr. I des Centralblattes für die medicinischen Wissenschaften des Jahres 1868, sowie im bayer. Intelligenzblatte Decbr. 1867, brachte ich eine vorläufige Mittheilung über einen ungewöhnlichen, auf der v. Pfeufer'schen Klinik beobachteten Fall, dessen Einzelheiten nunmehr genauer darzulegen ich mich bemühen werde und zu welchem ich mir schliesslich erlauben will, einige Bemerkungen anzuknüpfen.[1]) Der 12 Stunden nach dem Tode des betreffenden, als wesentliche Erscheinungen nur Erbrechen und Collaps darbietenden Kranken (Ende December) aufgenommene Sectionsbefund war folgender:

Mann von 32 Jahren, Körper von mittlerer Grösse, kräftigem Knochen- und Muskelbau, zureichendem, subcutanem Fettpolster. Ungewöhnlich ausgesprochene Leichenstarre, livide Färbung im Gesichte, an den Händen. Nirgends eine Verletzung, eine Pustel etc.

Das subcutane Bindegewebe der Bauchwand, wie sich's bei Eröffnung des Unterleibes ergiebt, in der Gegend der Magengrube anfangend und von da nach abwärts ödematös. Musculatur sehr dunkel, livid.

In sämmtlichen Organen der Schädelhöhle ausser venöser Blutfülle nichts Erhebliches.

Die Mandeln, das Zäpfchen, die Gaumenbögen ohne weitere Veränderungen. Die am Rücken des Zungengrundes befindlichen

---

1) Die Veröffentlichung des Falles, ursprünglich für eine andere Zeitschrift bestimmt, wurde dadurch unlieb verspätet, dass das Manuscript, schon vor mehr als einem Jahre (Aug. 1868) fertig und zum Drucke übergeben, verlegt worden war und jetzt erst wieder aufgefunden wurde.

Balgdrüsen im Allgemeinen nicht geschwellt, jedoch eine derselben an der linken Seite erbsengross vortretend, weich, durch injicirtes und theilweis extravasirtes Blut roth gefärbt.

Die rechtseitige submaxillare Lymphdrüse walnussgross, mit ausgetretenem Blute theilweis durchsetzt, daneben weisse, weiche Stellen enthaltend.

Die Schleimhaut des Pharynx, Larynx und der Trachea übermässig geröthet. Auf der Schleimhaut der letzteren das Epithel stellenweis in Abschuppung begriffen, wodurch es wie rauhe, zottige, in Wasser flottirende Auflagerung erscheint.

Beide Lungen nirgends verwachsen, blutreich, dunkel, lufthaltig.

Das Mediastinumzellgewebe ödematös.

Im Herzbeutel vermehrte Flüssigkeit.

Das Herz in allen Beziehungen normal, sein Muskel starr, dunkel. In den rechtseitigen Höhlen mit dunklem, zähflüssigem Blute gefüllt, unbedeutende Gerinnselbildung.

Leber von gehöriger Grösse und Form, derb, blutreich, braunroth. Galle bräunlich, zäh. Milz etwas vergrössert, weicher, dunkel. Zwei narbige Einziehungen ihrer Oberfläche entsprechen käsigen Keilen von Haselnussgrösse. Daselbst Verwachsung mit dem Zwerchfelle.

Im Peritonealraume ungefähr $1^1/_2$ Maass trüber Flüssigkeit. Das retroperitoneale Bindegewebe längs der Wirbelsäule und von da in das Gekröse und nach den Seiten der Bauchwand sich fortsetzend und erst nach vorn sich etwas verlierend blut-injicirt, stark ecchymosirt und in hohem Grade ödematös. Auch die Wandung des Magens und des gesammten Darmes in gleicher Weise venös injicirt und ödematös.

Die meseraischen Drüsen vergrössert und bezeichnet ihr Lager häufig eine in ihrem Umkreise sich verbreitende Ecchymose zwischen den Blättern des Mesenterium. Die retroperitonealen Drüsen, namentlich die epigastrischen und noch die im hinteren Mediastinum liegenden Lymphdrüsen zu dicken, knolligen Paqueten angeschwollen, hämorrhagisch durchsetzt, theilweise weich zerfliessend und weiss.

Die Schleimhaut des Oesophagus ohne erwähnenswerthe Veränderung, die des Magens im Allgemeinen nicht minder. An der

grossen Curvatur jedoch, nahe dem Blindsacke, eine circumscripte 2 c.m. im D. haltende, rundliche Stelle, durch ihre hämorrhagische Farbe sowohl als ihre Verdickung und Prominenz auffallend, mit nabelförmiger Vertiefung und schwach gelblichgefärbtem Centrum, einer seichten Verschorfung oder Geschwürsbildung ähnlich; eine andere ähnliche Stelle von länglicher Form an der kleinen Curvatur nahe dem Pylorus, 4 c.m. lang, 3 c.m. breit, mit wulstigem Rande und zerfressener Mitte. Doch ist dies nicht als Substanzverlust aufzufassen, sondern nur als relative Vertiefung gegenüber dem Randwulste.

In der Schleimhaut des Duodenum, dicht am Pylorus beginnend und ihn theilweise gegen den Magen zu überschreitend eine das ganze Lumen ringförmig umgreifende, 7 c.m. lange, mit nach innen stumpfzackigen Rändern versehene, sonst den obigen gleichbeschaffene Stelle, blutig, weich, zerreisslich. Auch hier ist von eigentlichem Substanzverluste keine Rede. Die kranken Stellen unterscheiden sich daher sehr wohl von einem Ulcus simplex Cruv., selbst wenn man ein ganz frisch entstandenes des letzteren in Vergleich bringt. Von da an im Darme abwärts bis zur Cöcalklappe herab durch ihre Beschaffenheit leicht kenntliche, noch 59 kleinere und immer kleinere solche Stellen im Durchmesser von 1 c.m. bis 2 m.m.; die letzte im Colon ascendens. Die kleineren, nämlich die im Dünndarme, sehen aus wie ödematöse, schlotterige Schwellungen, die schwach injicirt, blassröthlich, oberflächlich durch die Spannung wie kahlgeglättet sind; doch waren auch sie fast alle schorfähnlich mit gelblicher nabelförmiger Vertiefung versehen, gleichviel ob ihr Centrum auf die Höhe einer Falte oder in die thalförmige Vertiefung zwischen dieselben traf. Im Ganzen zählte ich somit 62 Herde der beschriebenen Art.

Die Nieren blutreich, ihre Kapsel leicht löslich, sonst ohne Veränderung.

Wie ich schon in meiner vorläufigen Mittheilung erwähnte, so gestattete der Leichenbefund wohl, den Grund für die gewichtigsten Symptome während des Lebens (für das Erbrechen, den choleraähnlichen Collaps) in der raschen Exsudation in die Bauchhöhle,

in dem acuten Oedem der Darmwand, vorzugsweise aber des retroperitonealen Bindegewebes zu sehen.

Allein damit war für den Krankheitsprocess nichts aufgeklärt; denn die Veränderungen in der Schleimhaut des Magens und Darmes passten nach Sitz und Vertheilung, sowie nach ihrer ganzen Beschaffenheit in keine der bekannten Rahmen von Krankheiten.

Das Mikroskop verschaffte einen unerwarteten Aufschluss.

Bei der Untersuchung der beschriebenen erkrankten Stellen des Magens und Darmes schritt ich Schichte um Schichte von der innersten Oberfläche der Schleimhaut aus immer tiefer gegen die Serosa vor und stellte jedesmal Vergleiche an mit den äusserlich gesund erscheinenden Parthien. Die letzteren verhielten sich überall auch bei genauester Untersuchung ganz normal und ist nur die Ablagerung schwarzen körnigen Pigmentes in den Zottenkolben und der wahrscheinlich nur cadaveröse Mangel eines epithelialen Ueberzuges an den meisten derselben zu bemerken. Es ist somit nicht als etwas Besonderes anzusehen, dass an den erkrankten Stellen das Epithel regelmässig fehlte und nur zwischendurch Gruppen abgestossener Cylinderzellen zu beobachten waren.

Was aber sogleich an den kranken gegenüber den gesunden Parthien auffiel, das war eine Lage grösserer oder kleinerer Zoogloeahaufen, welche den Zottenkolben mehr oder weniger fest anhafteten und deren grössere die Mitte einer kranken Stelle einnahmen, deren kleinere mehr peripherisch sich gegen das gesunde Gewebe hin verloren. Meist hatten die molecüleartigen Körperchen, die in der gallertartigen Bindesubstanz eingebettet waren, eine gleiche, kaum messbare Grösse, in einzelnen Haufen betrug ihr Durchmesser aber entschieden fast das Doppelte der in anderen gelegenen. Erst bei sehr starker (von 800—1000facher) Vergrösserung erkannte man deutlich eine mehr ovale Form an ihnen.

Betrachtete man die etwa vorhandenen Cylinderzellen näher, so schienen sich die meisten der in ihrem Inneren befindlichen Molecüle nicht zu Fetttröpfchen, sondern vielmehr zu solchen ovalen Körperchen aufzulösen, sie besassen nur die gallertige Bindesubstanz nicht zwischen sich, waren nicht zu Gruppen zusammengelagert, sondern in isolirtem Zustande. Diese isolirten Körperchen entsprachen

wahrscheinlich Sporen oder Conidien. An ihnen beobachtete man häufig an dem einen Ende ihres Ovals ein kleineres, absprossendes Körperchen, wie bei den gewöhnlichen Hefezellen. Auch dies zu unterscheiden mussten die stärksten Vergrösserungen angewandt werden. Körperchen mit einer Cilie, die dieselben als Schwärmsporen hätte charakterisiren können, war mir nicht möglich aufzufinden. Das Merz'sche Immersionsobjectiv $^1/_{24}$, das Hartnack'sche Immersionssystem Nr. 10, beide treffliche Instrumente, gaben ein stets negatives Resultat.

Auch die Substanz der Schleimhautzotten war nicht nur mit Fetttröpfchen, sondern auch mit solchen isolirten Körperchen durchsetzt. Als untergeordnet auf diesen oberflächlichen Schichten kann man das Auftreten bald kürzerer, bald längerer, sehr feiner, gegliederter, niemals aber verästelter Fäden, sowohl auf den Zotten aufliegend neben den Zoogloeahaufen, als auch in der Zottensubstanz, erwähnen, von welchen es schien, als nähmen sie erst ihren Ursprung aus den Zoogloeahaufen. Viel grössere Schwierigkeiten bietet es, das Verhältniss der isolirten Körperchen zu den Zoogloeahaufen und den Fäden zu bezeichnen. Wenn ich absehe von den Angaben darüber und mich auf mein eigenes Auge und Urtheil verlasse, was die Botaniker mir desswegen verzeihen werden, weil sie mit ihren Untersuchungen nicht zu Ende sind, so scheint mir das Wahrscheinlichste, dass die Fäden durch Zerfallen in ihre Glieder die isolirten Körperchen erzeugen. Diess allein stimmt mit dem Befunde überall überein.

Nach dem Angegebenen wird es klar sein, dass man es nicht mit eigentlichen Pilzen, sondern mehr mit jener pflanzlichen Gruppe zu thun hat, welche Nägeli und de Bary unter dem Namen Schizomyceten zusammenfassen, bei welchen ein nur terminales Wachsthum, dagegen Verästelungen der Fäden, Fortpflanzungsorgane und Schwärmsporen eben nicht beobachtet werden.

Dass an den hämorrhagischen Stellen auch rothe Blutkörper zu sehen waren, versteht sich von selbst; es ist nur hervorzuheben, dass dieselben nicht bloss in den Gewebslücken der Schleimhautfasern extravasirt lagen, sondern auch die Gefässe zu einem Theile ausfüllten.

Die gelblichen, schorfähnlichen, nabelförmig vertieften Mittelpunkte erwiesen sich als solche, an denen die Fäden am reichlichsten vertreten waren.

Merkwürdig war aber der Reichthum der Fäden in der schlotterig gelockerten, ödematösen Submucosa, deren erweiterte Maschenräume mit solchen, aber viel längeren Fäden dicht durchzogen waren. Dabei war die histologische Zusammensetzung von Schleimhaut und Submucosa vollkommen unverändert, nirgends nur eine Andeutung einer hypertrophirenden, adenoiden, sarkomatösen oder krebsigen Neubildung, an welch letztere wegen der bedeutenden Vergrösserung der Lymphdrüsen zuerst hätte gedacht werden müssen. Mit den Fäden gleichzeitig fand sich in dem genannten Gewebe nur eine ziemliche Menge Eiterkörper (farbloser Blutkörper) eingetragen und sah man die Blutgefässe (insbesondere die feinsten Venen) manchmal gefüllt weniger mit farbigen, als mit farblosen Blutkörpern.

Weist der bisher angegebene Befund schon darauf hin, dass der pflanzliche Körper von der Oberfläche der Schleimhaut nach den tieferen Schichten zu hineingewachsen war (der Epithellage entsprechend Zoogloea, die sich excentrisch vergrösserten und deren mittlere früheste bereits Fäden entwickelten, die trichterartige Einziehung dieses Centrums, das Länger- und Reicherwerden der Fäden und das gleichzeitige Verschwinden der Zoogloeahaufen in der Submucosa sprechen dafür), so bewahrheitete sich dieser Umstand noch viel mehr bei der Untersuchung der Subserosa. Entsprechend der grösseren Erkrankungsstelle des Magens (gegen die kleine Curvatur und das Duodenum zu) lag in der Subserosa ein dicker Filz von Fäden, die sich ohne Schwierigkeit von den animalischen Fasern der genannten Gewebsschichte unterschieden. Die Serosa des übrigen Darmes war weniger dadurch ausgezeichnet und fanden sich mehr isolirte Körperchen als Fäden daselbst.

Mit einer nach jeder Richtung hin möglichsten Sorgfalt wurden nun auch einige meseraische Venen eröffnet und das darin befindliche Blut untersucht, und siehe da, es strotzte von zwischen den Blutkörpern schwimmenden Fäden. Die Pfortader wurde bis tief

in die Leber hinein darauf verfolgt und die Fäden wurden überall aufgefunden.

Was aber von der Pfortader gilt, gilt von keiner andern Blutsorte des Körpers. Schon die Milzvene enthielt keine Fäden mehr, aber auch das Herz in beiden Vorhöfen und Ventrikeln, die Lungenarterie, die Art. coron. cordis, die Ven. thyreoid., die Vena cava inf. etc. — jedes andere Blutgefäss war frei von Fäden.

Dagegen war das ganze Körperblut reichlich mit isolirten Körperchen versehen und waren die farblosen Blutkörper auffallend vermehrt. Ich zählte zu wiederholten Malen auf ungefähr ein weisses Körperchen nur 50 rothe und 350 Conidien. Im rechten Herzvorhofe war das Mengenverhältniss entschieden mehr als das Doppelte noch erhöht, so dass man das Vordringen der pflanzlichen Gebilde von der Pfortader durch die Leber hindurch in das Allgemeinblut sehr gut auch hierin bestätigt findet. Es ist begreiflich, dass bei einer derartigen Beschaffenheit des Blutes alle Organe (Körpermuskeln, Herzmuskel, Lungen, Leber, Milz, Nieren) mit isolirten Körperchen imprägnirt waren — sämmtlich aber beherbergten sie keine Fäden.

Nur die meseraischen Drüsen und die hinter dem Peritoneum gelagerten und in ihrer äusseren Beschaffenheit bereits beschriebenen Lymphdrüsen enthielten Fäden und zwar in einer so unglaublichen Menge, dass man bei mikroskopischer Untersuchung nichts als Fäden und Lymphkörper vor sich zu haben glaubte und die Gerüsttheile der Drüse ganz in den Hintergrund traten. Die Fäden erreichten hier eine solche Länge, dass sie das Gesichtsfeld um das Doppelte übertrafen. Natürlich waren auch diese nur abgerissene Stücke Fäden von nicht zu ermittelnder Länge. Die Lymphkörper waren offenbar vermehrt und fanden sich namentlich grössere Zellen, die 2—3 Lymphkörperchen einschlossen, sehr häufig. Andere Lymphdrüsen des Körpers, z. B. die rechtseitige submaxillare Lymphdrüse, die angeführte vergrösserte Balgdrüse der Zunge enthielten keine Fäden, sondern nur isolirte Körperchen.

Da nun die Anwesenheit der isolirten Körperchen im Allgemeinblute und mehr noch der Fäden im Pfortaderblute schlagend darthut, dass dieselben von der Magen- und Darmschleimhaut aus in

die Venenwurzeln und zwar durch deren Wand hindurchgetreten sein mussten, so lag auch die Annahme nahe, dass die Fäden in den meseraischen und retroperitonealen Drüsen ihren Weg dahin durch die Lymphgefässe und ihre Bahnen gefunden haben dürften. Ich untersuchte desshalb wiederholt die Magenserosa und fand wirklich ausser dem wirren Filz auch scharf gezeichnete Stränge und Bündel von Fäden, eingeengt in varicöse Lymphgefässe. Im Mesenterium, wo die Fäden sich seltener fanden — wahrscheinlich mehr den Venen folgten und in sie eindrangen — fand ich solche Bündel untermengt mit Fetttröpfchen und Kügelchen, wie sie dem Chylus eigen sind.

Es scheint nun nicht mehr zweifelhaft zu sein, welchem Grunde das Oedem der Darmwand, des Mesenteriums und namentlich des retroperitonealen Bindegewebes, sowie endlich das Exsudat in der Unterleibshöhle zuzuschreiben sei. Das reichliche Eindringen der pflanzlichen Fäden in die Pfortader und in die Lymphgefässe des Pfortadersystems erklären die berührten Verhältnisse vollkommen. Die choleraähnlichen Symptome waren die Folge der mechanischen Wirkung des Pflanzenkörpers, der Pfortaderblut- und Lymphstauung und der zugehörigen Transsudation.

Soweit das Thatsächliche des Falles, das in der Literatur nur wenig seines Gleichen findet.

E. v. Wahl macht[1]) Mittheilung über eine schlecht genährte 50jährige Frau, welche an Parotidenschwellung, Schlingbeschwerde, Dyspnöe mit Cyanose und kühlen Extremitäten, biliösem Erbrechen litt und etwa nach 6 Tagen ihres Krankseins starb. Die 18 Stunden nach dem Tode vorgenommene Section ergab seröses Infiltrat der Halsparthien, des oberen Larynx, normalen Rachen und Oesophagus. Auf der blassen Magenschleimhaut eine Menge kleinerer und grösserer pustulöser Eruptionen, ähnlich Variolapusteln, die isolirt und grösser geworden das Niveau der Schleimhaut bis $^1/_2'''$ überragten oder durch Confluenz grössere Plaques bildeten. Gegen den Pylorus zu waren sie mehr gelblich, standen am dichtesten und zeigten eine leichte centrale Depression; an der grossen Curvatur sind sie

1) Virch. Arch. Bd. 21, pag. 579.

zerstreuter und waren dunkelroth. Das Mikroskop fand in der Schleimhaut selbst eingefilzte, bis in die Submucosa ragende Massen von zarten Thallusfäden und Sporen. Die Fäden waren perlschnurähnlich, ohne Verästelung.

Drei Jahre später veröffentlichte v. Recklinghausen[1]) eine Beobachtung an einem Manne, der an linkseitiger Pleuritis und kurz vor dem Tode an Erbrechen litt. Bei der Section fanden sich, ausser der tuberkulösen Pleuritis und einem Paar tuberkulöser Geschwüre im untersten Ileum, im Fundus des Magens an der hinteren Wand 7 derbe Erhebungen von der Grösse einer Bohne bis zu einer Kirsche. Die Schleimhautoberfläche der seitlichen Abdachungen war intakt, dagegen trug der Gipfel flache kraterartige Einsenkungen aus weichem, bräunlichem, fetzigem Gewebe. Die umgebenden Wälle waren dunkelroth. Die Dickenzunahme betraf fast nur die Submucosa, während die Schleimhaut selbst nur wenig verdickt, stellenweis sogar verdünnt erschien. Das Mikroskop fand Eiterkörper und in perpendikulären Streifen dicht verfilzte kleine Fädchen und Körnchen. Die Fäden waren homogen oder gegliedert. Fäden und Körner waren durch eine feine punktirte Substanz zusammengehalten.

Endlich hat N. Zalesky aus dem pathol.-anatomischen Cursus von Liebermeister, damals noch in Tübingen, einen Fall von Soor im Magen beschrieben,[2]) der sich bei einem 14tägigen Mädchen ereignete. Von Geburt an kräftig und gesund, ward es von Erbrechen und Diarrhöe befallen und starb. Die Leichenöffnung ergab leichten Icterus und in der Magenschleimhaut graulich weisse Erhabenheiten von der Grösse eines Stecknadelknopfes bis zu einer Linse. Fast alle hatten eine centrale Vertiefung auf dem Gipfel, wodurch sie den Pockenpusteln sehr ähnlich sahen, traten isolirt oder in Confluenz zu grösseren Nestern auf, am reichlichsten in der Nähe der Cardia. Ihre Zahl betrug 60—80, davon noch einzelne auf das Duodenum kamen. Mikroskopisch erkannte man darin Pilzfäden und Sporen. Auf der Zunge und Innenfläche der Wangen eine ablösbare dünne Pseudomembran, die ebenfalls nur aus Soorfäden und Sporen bestand.

1) Virch. Arch. Bd. 30, p. 366.
2) Virch. Arch. Bd. 31, p. 426.

Diese Fälle haben insgesammt Aehnlichkeit mit dem meinigen, wenn man den Sitz im Magen, das herdenweise Auftreten, die Niederlassung von pflanzlichen Keimen in sonst gesunder Schleimhaut, die Entwicklung von Fäden und das Eindringen der letzteren durch das Epithel in die Schleimhaut bis in die Submucosa berücksichtigt.

Doch beschränkten sich die Veränderungen bei allen diesen nur auf den Magen, während der Dünndarm frei blieb, und in keinem hat man eine so bedeutende Grösse der Herde und in keinem das Vordringen der organischen Gebilde in die Blut- und Lymphgefässe und somit in's Blut selbst beobachtet; sie blieben lokale Erkrankungen.

Wohl wurden bei anderen Krankheiten, zuerst beim Milzbrande von Davaine die in den Karbunkeln vorkommenden Bakteridien auch im Blute entdeckt und trat damit die Anschauung von der Wirkung cryptogamer Pflänzchen auf den thierischen Organismus in eine neue Phase. Allein die Sicherheit der Beobachtung wurde vielfach angestritten, namentlich weil man den Gedanken damit in Verbindung brachte, dass die Bakteridien die Ursache des Milzbrandes seien. Dasselbe ist bezüglich der Angaben Klob's, der im Choleranblute ähnliche Körperchen fand, zu sagen.

Die Beobachtung Zenker's aber, der schon im Jahre 1861[1]) bei einer ausgebreiteten, auf Soor folgenden Encephalitis in den zahlreichen kleinen Eiterherden Klümpchen von Pilzfäden erkannte, die sicherlich auf Embolie beruhten, ferner die in allerneuester Zeit von E. Wagner auf das Genaueste erforschten Verhältnisse über den Soor des Oesophagus[2]), bei welchem das Hereinwuchern der Pilze in das Innere der Gefässe zweifellos beobachtet wurde, geben mit meinem Falle ein hinreichendes Material zur gründlicheren Beurtheilung der Bedeutung ab, welche die in unserem Körper vorkommenden Pilze und Schizomyceten erlangen können.

Vor Allem erscheint mir, was meinen Fall betrifft, der Wiederholung werth, dass die Zoogloeahaufen sich nur auf, zwischen und unter den Epithelzellen fanden, während die Fäden das tiefere

1) Jahrb. d. Gesellsch. für Natur- u. Heilkunde in Dresden.
2) Jahrb. für Kinderkrankheiten 1868, I. p. 58.

Durchdringen in die Schleimhaut und Submucosa zu besorgen hatten; und ferner, dass die isolirten Körperchen (Conidien, Sporen), die wohl auch schon neben den Zoogloeahaufen vorkommen, doch das einzig Charakteristische für das Allgemeinblut darstellten.

Gegenwärtig ist als Thatsache anzusehen, dass die Fäden durch die Gefässwandungen hindurch in die Blut- und Lymphgefässe gelangen; hier wahrscheinlich zerstücken und trennen sie sich zu den isolirten Körperchen. Selten dürfte es sein, dass Paquete von Fäden selbst in den Blutstrom gerathen und so zu Stauungen, Embolien und Thrombosen Veranlassung geben.

Die Anwesenheit der pflanzlichen Gebilde in den Geweben erzeugt auch trophische Störung. Damit ist nicht sowohl das schon erwähnte Verschorfen und Mortificiren, als vielmehr eine vitale Aeusserung der Gewebe gemeint. Sie scheint durchaus nicht in Wucherung der Gewebskerne zu bestehen; wo man eine solche findet, wird sie als der anatomischen Charakteristik der Krankheit, auf deren Schultern sich der Cryptogam niederliess, nicht umgekehrt, angehörig betrachtet werden müssen. Sie scheint vielmehr darin zu bestehen, dass an der Stelle, wo die Pilze oder Schizomyceten wachsen, Eiterkörper mit vermehrter Parenchymflüssigkeit in das Gewebe infiltrirt erscheinen.

E. Wagner, der diess im Allgemeinen zugibt[1]), hat jedoch in seinem Falle keine Eiterkörper beobachten können, während v. Recklinghausen von zelliger Wucherung spricht. Mein Fall ist nicht bloss dadurch ausgezeichnet, dass an den kranken Stellen die Schleimhaut und Submucosa succulenter und mit Eiterkörpern durchsetzt war, sondern auch dadurch, dass die gleiche Erscheinung in den zugehörigen meseraischen und besonders retroperitonealen Lymphdrüsen zu beobachten war. Mit dem ersteren Verhältnisse bringe ich in Verbindung, dass die kranken Herde auch durch und durch hämorrhagisch waren und mit dem letzteren, dass das Allgemeinblut eine beträchtliche Vermehrung an farblosen Körpern zeigte.

Identificirt man nämlich die Eiterkörper mit den farblosen Blutkörpern, und nicht nur ihrer Beschaffenheit wegen, sondern auch

1) l. c. p. 62.

ihrer Abstammung nach, eine Anschauung, zu der ich mich [1]) schon vor dem Erscheinen des Aufsatzes von Cohnheim über Entzündung und Eiterung, [2]) freilich auf anderem Wege dahin geführt, bekannte, so würde wenigstens in der Schleimhaut die ganze trophische Störung, welche die pflanzlichen Organismen veranlassen, darin bestehen, dass bei ihrem Einbohren in das Gefässlumen der Capillarstrom gehemmt wird, was zur Anstauung der Blutkörper und zu deren Durchtritt und zwar sowohl der gefärbten als farblosen führt. Wie diese Wirkung ganz beschränkt in den kranken Schleimhautherden, so wäre sie auch in grösserer Ausdehnung aufzufassen, ich meine am Peritoneum, woselbst durch Anstauung des Pfortaderblutes Durchschwitzung eines durch farblose Blutkörper getrübten Serums in das retroperitoneale Bindegewebe und in den freien Bauchraum erzeugt wurde.

Nicht sowohl reicht die gleiche Erklärung für die Lymphdrüsen aus; denn wenn auch hier das Durchsetztsein mit Extravasaten rothen Blutes auf ein analoges Verhältniss der Blutgefässe der Drüsen schliessen liesse, so kann man doch die augenscheinliche Vermehrung der Lymphkörperchen nicht auf gehinderte Ausfuhr oder auf Emigration von farblosen Blutkörpern aus den Blutgefässen und Immigration in das Drüsengewebe zurückführen und würde man sich damit den Boden rauben, von welchem aus man die Vermehrung der farblosen Körper im Allgemeinblute deduciren könnte.

Allerdings wäre auch einzuwerfen, dass die farblosen Körper desswegen vermehrt sein müssten, weil sie in ihrer Umwandlung zu gefärbten gehindert waren. Allein abgesehen von den vielerlei Meinungen, mit denen man bei Durchmusterung dieser Frage in Conflikt käme, scheint doch dieser Einwurf etwas zu weit hergeholt und liegt die Sache weit natürlicher so, dass man mit dem Eindringen der pflanzlichen Gebilde in die Lymphdrüsen einen Anreiz zur Vermehrung der Lymphkörper sieht, die dann auch in vermehrter Weise in's Blut ausgesandt wurden. Zur Stütze dieser Ansicht dürften namentlich die aufgefundenen grösseren Zellen dienen, welche 2 bis

---

1) Sitzungsber. d. bayer. Academie d. Wissensch. 1867, II, H. 1. Sitzung vom 1. Juni.

2) Virch. Arch. 40 Bd., 1. u. 2. H. 1867, ausgegeben im September.

3 Lymphkörperchen enthielten, somit für eine Proliferation der Lymphkörper in den Drüsen zu sprechen scheinen.

Riefen die Schizomyceten in der Schleimhaut und bei ihrer weiteren Ausdehnung in den Lymphdrüsen die genannten Wirkungen hervor, so ist auch begreiflich, dass die im Kreislaufe überallhin transportirten Körperchen (Conidien, Sporen), insbesondere wieder an lymphoiden Organen ähnliche Veränderungen erzeugten.

So glaube ich die angeführte Erkrankung der einen Zungenbalgdrüse, da Zoogloeamassen und Fäden in ihr fehlten, vom Allgemeinblute aus erklären zu müssen. Die Beobachtung Zenker's, dass die im Gehirne aufgefundenen Pilzherde mit Eiter umgeben waren, stimmt damit überein.

Bis hieher verfolgt, kann man immer nur eine mechanische Wirkung der Pilze und Schizomyceten erkennen, während doch der Gedanke an eine chemische nicht zu unterdrücken ist, ja viel näher liegt. Allein selbst die nachgewiesene Veränderung des Allgemeinblutes, wie sie sowohl durch die Vermehrung der farblosen Körper, als auch durch die damit nothwendig verbundene Aenderung des Plasmas sich kund gibt, ist nicht als unmittelbare Consequenz der Pilze und Schizomyceten zu betrachten, noch viel weniger die etwa bei längerer Dauer nothwendig auftretende Aenderung der Ernährung sämmtlicher Organe, ja bis zu einem Grade, der mit dem Leben unverträglich wäre und die sich als allgemeine Fettdegeneration vielleicht darstellen würde.

Die chemische Action von Pilzen und Schizomyceten im lebenden Blute exakt zu bestimmen, ist eben gegenwärtig noch eine Unmöglichkeit. Ich betone namentlich das „lebende“ Blut und spreche vorzugsweise von meinem Falle, bei welchem es durchaus unpassend wäre, den Process als Fäulniss zu erklären. Nicht einmal in der Leiche waren Spuren von Fäulniss vorhanden. So lange hier noch ein offenes Feld für die chemische Forschung ist, wird man sich mit den Resultaten der anatomisch-histologischen Untersuchung begnügen müssen. Diese aber fand bis jetzt ausser den genannten Abweichungen im Blute nichts, was für faulendes Blut schon während des Lebens verwerthet werden könnte.

Da ich mit dem vorliegenden die Geduld der Leser schon zu

viel beansprucht habe, so will ich dem Drange entsagen, noch einig allgemeinere Bemerkungen aus dem Speciellen herauszuheben un anzufügen, d. h. Stellung in Bezug auf die Pilzfrage überhaupt un namentlich ihre ätiologische Seite zu nehmen. Ich will mir dies auf eine Fortsetzung meiner früheren Arbeit über Diphtherie ve sparen, da ich über diese Krankheit und insbesondere über den An theil des Pilzes daran, auf den ich mich damals nicht genauer ei liess, neuere Erfahrungen gemacht habe.

Die Choleraepidemien auf Malta und Gozo.

Von

Max v. Pettenkofer.

(Mit Tafel V.)

In Gibraltar bestieg ich am 30. April 1867 Vormittags den Postdampfer „Massilia“, der mich am 4. Mai Mittags in Malta, in der Marsa Muscetto landete. Der Statthalter Sir Patrick Grant hatte bereits Auftrag ertheilt, mich in meinen Bestrebungen und Untersuchungen möglichst zu fördern, und der Colonialsecretär General Sir Victor Haulton brachte mich sofort zu Honourable Herrn J. V. Inglott, Comptroller of charities, zu dessen Ressort alle Kranken- und Armen-Institute der Inseln gehören. Die Erfahrung zeigte mir gar bald, dass ich mich in den besten Händen befand. Herr Inglott, ein geborner Malteser, kannte alle Verhältnisse, von Land und Leuten auf's Genaueste. Namentlich Grund und Boden anlangend, besass er zahlreiche für mich werthvolle Erfahrungen, weil unter seiner Leitung und nach seinen Anträgen schon viel gebaut worden ist. Man sieht es den Wohlthätigkeitsanstalten auf Malta oft schon von aussen an, dass sie sich liebevoller Pflege erfreuen, und der Eindruck verstärkt sich, je mehr man in's innere blickt. — Herr Inglott hat unter andern den grossartigen Plan, an einem der schönsten Punkte im Innern der Insel Malta allmälig alle Wohlthätigkeits-, Pflege- und Kranken-Anstalten zu vereinigen, wie er sagt: „ein grosses Quartier der christlichen Nächstenliebe zu errichten“ und hat mit einer neuen Irrenanstalt bereits den gelungensten Anfang gemacht. Seine Pläne haben sich des Beifalls von Dr. Sutherland und Miss Nightingale zu erfreuen.

Herrn Inglott verdanke ich auch die Bekanntschaft mit Dr. Luigi Salvatore Pisani, Professor an der medicinischen Facultät der Universität Malta, welcher seine Studien theilweise in Deutschland gemacht hat und einen hohen Rang als gelehrter und praktischer Arzt einnimmt. Herr Inglott und Professor Pisani wurden nicht müde, mir Fragen zu beantworten, Aufklärungen zu geben, möglichst viel thatsächliches Material zu verschaffen und mich mit andern Personen bekannt zu machen, die mir von Nutzen sein konnten. Nur diese werkthätige Unterstützung, die ich allenthalben gefunden habe, machte es mir möglich, die mir gestellte Aufgabe in so kurzer Zeit zu bewältigen, dass ich schon am 11. Mai Abends die Insel wieder verlassen konnte.

Das häufige Auftreten der Cholera auf den Schwesterinseln Malta und Gozo bietet kein geringeres Interesse, als das auf Gibraltar. — Malta wurde auch immer gleichzeitig mit Gibraltar als Beweis gegen den Einfluss von der Porosität des Bodens und des Grundwassers bei Choleraepidemien citirt. Untersuchen wir daher, mit welchem Rechte dieser Einwurf so oft wiederholt worden ist. — Ich habe schon früher den Eindruck geschildert, den Malta auf den Ankommenden macht[1]), und welcher allerdings der Anschauung derjenigen sehr günstig ist, welche glauben, poröser Boden und Grundwasser könnten in Malta keine Rolle spielen. Bei einem gewöhnlichen Touristen kann diese Anschauung, wenn er auch das Schiff verlässt und die felsige Insel betritt und durchstreift, nur immer mehr sich festsetzen. Viele finden daher auch Beschreibungen der Insel, wie sie z. B. das Conversationslexikon von Brockhaus noch 1866, Bd. IX, S. 787 gibt, ebenso richtig, als genügend: „Der Boden, bestehend aus verwittertem Kalkfelsen mit Höhlen und Grotten, ist mühsam durch Erde, welche man aus Sicilien herbeigeschafft hat, fruchtbar gemacht, ziemlich hügelig und voll Steinklippen, dessenungeachtet aber jeder Zoll Landes benutzt. . . . Man bricht Marmor, Alabaster und gute Bausteine, Salz wird aus Seewasser bereitet." Das ist so ziemlich Alles, was man bisher für nöthig gehalten hat,

1) S. Zeitschr. f. Biologie Bd. V, S. 199.

um sich auf Malta zu berufen, wenn es galt, den Einfluss von Boden und Grundwasser auf Choleraepidemien zu verneinen.

Mehr erfährt man bereits aus dem Berichte von Dr. Sutherland über die Sanitätsverhältnisse der Mittelmeerstationen.[1]) Die kleine Inselgruppe Malta, Comino und Gozo (S. Tafel V) erstreckt sich von Südost nach Nordwest unter 35° 53′ 49″ nördlicher Breite und 14° 30′ 28″ östlicher Länge,[2]) 70 engl. Meilen von der südlichsten Spitze von Sicilien und etwa 200 Meilen von der nächsten Spitze des afrikanischen Continents entfernt. Malta ist etwa 17 engl. Meilen lang und 8 Meilen in seiner grössten Breite. Es hat eine unregelmässige Eiform, mit tief einschneidenden Buchten längs seiner nördlichen Ausdehnung, welche wohl die schönsten und besten Häfen des ganzen Mittelmeeres sind. Das Land erhebt sich vorwaltend auf steilen Abhängen vom Meere aus und seine Ufer sind fast die ganze Küste entlang felsig und schroff abstürzend. Reihen von Hügeln erheben sich durchschnittlich bis zu einer Höhe von 500 und 600 Fuss, nur die Bingemma-Berge 9 Meilen westlich von Valletta erheben sich bis 829 Fuss in ihrer höchsten Spitze. Auf den Höhen der Hügelreihen findet sich mehr oder weniger Tafelland, dessen Abfall in die Thäler oft sehr steil ist. Die Oberfläche der Insel kann annähernd zu 100 engl. Quadratmeilen angenommen werden, die sich in verschiedene Drainage-Gebiete theilen. Die Insel hat weder See, noch Fluss, aber während der Regenzeit verwandeln sich einige trockene Schluchten für eine kurze Zeit in tiefe und reissende Ströme. Der grösste Theil der Niederschläge jedoch wird von dem sehr porösen Untergrunde eingesaugt.

Die geologische Beschaffenheit der Insel, unter Leitung des Grafen von Ducie und des Capitäns A. B. Spratt von der königl. Marine untersucht,[3]) gehört der Tertiärformation an. Ich verdanke

1) Report on the sanitary condition and improvement of the Mediterranean Stations London. 1863, p. 83.

2) Zur Orientirung nach der Himmelsgegend auf Tafel V sei hier im Texte bemerkt, dass eine Linie von der Mitte von Valletta nach Misida gedacht die Richtung von Ost nach West, und eine Linie ebenso von Valletta nach Senglea die Richtung von Nord nach Süd angibt.

3) On the Geology of Malta and Gozo. By Commander A. B. Spratt, R. N. Malta 1854.

Herrn Inglott eine sorgfältig in grossem Maassstabe ausgeführte geognostische Karte von Malta und Gozo. Der unterste Felsen ist ein harter, krystallinischer Kalkstein, der an verschiedenen Punkten längs der Küste und auch im Innern der Insel zu Tage kommt, namentlich längs einer grossen Spalte, welche die Insel von Ost nach West (etwa in der Richtung von Madalene Bay gegen Fomm er Rih [s. Taf. V]) durchsetzt. Längs dieser Spalte, die sich noch an zwei Punkten von Malta und Gozo in geringerer Ausdehnung wiederholt, kommt es vor, dass das unterste geognostische Glied, der halb krystallinische compakte Kalkstein, und unmittelbar daneben das oberste Glied, der zerreibliche Korallenkalk, in gleicher Ebene liegen, was nur durch einen Bruch und ungleichförmige Hebung oder durch wiedererfolgten Einsturz eines gehobenen Theiles der Insel zu erklären ist. — Ueber dem untersten Gliede, über dem halbkrystallinischen Kalkstein liegt oft einige hundert Fuss mächtig eine Reihe weicher, poröser Sandsteine von verschiedenen Schattirungen der Farbe, gelb, röthlich und weiss, welche die Malteser Bau- und Filtersteine liefern. Sie sind sehr leicht zu bearbeiten und schlucken eine grosse Menge Wasser während des Regens. Alle ständigen Bauten auf der Insel sind mit diesem Sandsteine gebaut. Er bildet die Oberfläche von drei Viertheilen der Insel, namentlich die mittleren und östlichen Districte bedeckend.

Darüber findet sich keine andere Formation, bis man in das hügelige westliche Ende der Insel (von Rabat nach Dingli links und Melleha rechts) gelangt, wo auf dem Sandstein, der weitaus das mächtigste Glied der geognostischen Reihe ist, schmälere Schichten von Mergel und farbigem Sande, und darüber wieder höhere und niedrigere Schichten von meist sehr mürbem Korallenkalk liegen, welcher alle Höhen bedeckt. Die Gegend mit Mergelunterlage allein hat Brunnen, Quellen und Bäume, sie versorgt — abgesehen vom Regenwasser — die Insel und ihre Städte mit Trinkwasser, das in Leitungen dahin fliesst.

Dr. Caruana, Secretär der Universität in Malta und Geognost, hat mir aus der dortigen Sammlung Proben der verschiedenen Bodenbestandtheile mitgetheilt. Ich liess das unterste Lager von halbkrystallinischem Kalkstein, dann drei Proben von dem porösen Sand-

stein, und zwei Proben von dem Mergel durch meinen Assistenten Herrn Aubry in München analysiren. Das Ergebniss ist folgendes:

Zusammensetzung mehrerer Bodenbestandtheile der Insel Malta.

I. Halbkrystallinischer Kalkstein

spec. Gewicht 2·6029
in 100 Theilen bei 110° getrocknet:

0·495	Glühverlust
0·156	in Säure unlöslich
43·019	Kohlensäure
0·064	Kieselsäure
0·084	Schwefelsäure
0·079	Phosphorsäure
54·151	Kalk
0·591	Thonerde
0·449	Eisenoxyd
0·546	Magnesia
0·151	Kali
0·155	Natron
99·940	Theile.

II. Drei Sandsteine:

In 100 Theilen sind	a. Gelber Baustein	b. Sandstein für Innenwände	c. Blauer Sandstein
Hygroscopisches Wasser	0·442	0·929	0·799
In Wasser löslich	0·593	0·973	1·118
In Salzsäure unlöslich	4·019	7·744	8·204
Bei 100° getrocknet:			
Glühverlust	0·456	0·607	0·830
Kohlensäure	41·325	39·242	38·927
Kieselsäure	3·104	5·905	6·168
Schwefelsäure	0·104	0·174	0·109
Phosphorsäure	0·168	0·220	0·105
Kalk	52·089	49·971	49·700
Thonerde	0·530	1·288	1·100
Eisenoxyd	0·686	0·855	0·794
Bittererde	0·771	0·681	0·533
Kali	0·233	0·279	0·330
Natron	0·455	0·575	1·077
	99·921	99·797	99·673

III. Zwei Thone:

In 100 Theilen sind	Blauer Mergel	Gelber Mergel
Hygroscopisches Wasser	9·673	8·911
In Salzsäure unlöslich	77·170	70·941
Bei 110° getrocknet:		
Glühverlust	7·147	6·895
Kohlensäure	3·947	2·396
Kieselsäure	50·235	49·377
Schwefelsäure	0·058	0·048
Phosphorsäure	0·176	0·241
Kalk	5·399	3·308
Thonerde	17·943	20·289
Eisenoxyd	8·771	11·655
Magnesia	1·799	1·752
Kali	1·819	1·877
Natron	1·197	1·208
	98·491	99·046

Diese Sandsteine, von denen nach Sutherland und nach eigener Anschauung wenigstens drei Viertheile der Oberfläche der Insel gebildet werden, sind nicht nur von verschiedener Farbe, sondern auch von verschiedenem Korn und lassen der Grösse der Poren und einem wechselnden Thongehalt entsprechend das Wasser schwerer und leichter durch. — Ich habe mehrere Sorten auf ihre Porosität untersucht, und als Minimum 28 Procent Poren in einem Volum Stein gefunden. Dr. Leith Adams und F. H. Welch geben die Porosität des Malteser Steins durchschnittlich zu 33 Procent an.[1]) Dieser Stein lässt sich leicht mit dem Messer und mit der Säge schneiden, und eiserne Nägel lassen sich mit Leichtigkeit, fast wie in den Mörtel einer Ziegelwand einschlagen. Die feinkörnigen Sorten werden vielfach zu Kunstgegenständen verarbeitet, zu Bauten benützt, und zu Platten geschnitten. In Italien, wo man anstatt der hölzernen Zimmerböden Estriche hat, findet man in den Städten, selbst noch in Rom, die Zimmerböden nicht selten mit diesen Malteser Stein-

1) Medical Report 1864. Army Medical Departement. Bd. VI. p. 331.

platten belegt. — Ebenso liefert eine grobkörnigere Sorte die Filtersteine, mit welchen jedes Schiff der englischen Marine versehen ist. Ich habe mir während meines Aufenthaltes in Malta ein kleines Modell eines solchen Steinfilters machen lassen und mitgenommen. Nichts kann in der That ein so klares Bild geben und von der eigenthümlichen Porosität des Malteser Felsens mehr überzeugen, als ein solches Steinfilter. Ich benütze es zu einem Collegienversuch. Wenn es ganz trocken ist und rasch mit Wasser bis zum Rande vollgegossen wird, so kann man sehen, wie von Minute zu Minute das Wasser sinkt, ohne dass ein Tropfen durch den Stein geht. Mein Modell, auf diese Art gefüllt, wird fast halb leer, ehe ein Tropfen Wasser durchgeht, soviel Wasser schluckt der trockne Stein.

Um ein Bild vom atmosphärischen Klima Malta's zu geben, theile ich nach den Aufzeichnungen der englischen Militärbehörden, die ausserhalb Valletta gemacht werden, Temperatur und Temperaturschwankung der Luft, Regenmenge und vorherrschende Windrichtung in den einzelnen Monaten von 1864 bis 1867 mit. Später lasse ich die monatlichen Regenmengen von 1848 bis 1868 folgen, wie sie am Regenmesser bestimmt worden sind, der in der Universitätsbibliothek in Valletta angebracht ist. Die beiden Angaben stimmen so weit überein, dass man die Abweichungen aus der verschiedenen örtlichen Lage der Regenmesser erklären kann; das Ombrometer in der Stadt gibt durchschnittlich etwas höhere Zahlen; nur einmal im Monat Februar 1865 differiren die beiden Angaben so sehr, dass die eine oder andere nothwendig falsch sein muss, indem die eine Station 4·13, die andere nur 1·73 Zoll angibt. Ich halte die letztere Angabe für die richtigere, weil sie mit sonstigen Schilderungen des Wetters dieser Zeit als verhältnissmässig kalt und trocken übereinstimmt.

Monate	1864			1865			1866			1867		
	Mittlere Temperatur ° R.	Temperaturschwankung	Regenmenge	Mittlere Temperatur ° R.	Temperaturschwankung	Regenmenge	Mittlere Temperatur ° R.	Temperaturschwankung	Regenmenge	Mittlere Temperatur ° R.	Temperaturschwankung	Regenmenge
Januar	8·8	11·1	7·48	11·5	10·4	1·83	10·9	7·3	0·63	12·5	10·1	0·59
Februar . . .	10·9	15·5	2·34	9·3	12·3	4·13	11·8	8·5	2·25	11·4	8·9	0·29
März	12·6	11·5	0·05	10·5	10·8	0·67	13·0	12·2	0·43	13·8	14·0	0·71
April	11·5	15·1	0·57	12·2	10·1	0·15	13·7	11·5	0·11	13·9	9·6	0·33
Mai	14·6	14·2	0·60	16·6	12·9	—	15·4	10·0	0·60	16·2	8·8	—
Juni	18	18·6	—	18·8	9·6	0·21	18·2	12·0	0·22	18·7	8·2	0·01
Juli	21·1	20·8	—	21·1	9·0	—	21·0	10·6	—	21·2	15·4	—
August	—	—	—	22·0	9·7	—	20·6	9·8	0·09	21·3	11·2	1·25
September . .	18·2	12·4	0·93	19·4	10·9	4·61	19·7	9·7	0·10	20·4	12·0	1·41
Oktober . . .	15·8	12·8	4·53	17·7	10·9	2·75	17·1	13·4	3·12	16·8	10·9	1·17
November . .	14·2	13·7	2·93	14 2	12·7	2·75	14·2	10·1	2·29	12·9	13·9	3·18
Dezember . .	11·5	6·6	4·01	11·1	9·7	4·81	12·3	8·0	0.65	11·6	10.7	3·91
Summe der Regenmenge			23·44			21·91			10·49			12·89

Das monatliche Mittel der Regenmenge nach den Beobachtungen von 1848 bis 1868, die ich Herrn Dr. Vassallo verdanke, beträgt im

Januar	3·48	engl. Zoll	Juli	0·07	engl. Zoll
Februar	2·16	„	August	0·10	„
März	1·51	„	September	0·95	„
April	1·16	„	October	2·58	„
Mai	0·39	„	November	3·81	„
Juni	0·02	„	December	3·82	„
			Im ganzen Jahre hienach	20·05	„

Die eigentliche Regenzeit ist October bis März, der nasseste Monat November.

Man denke sich nun die Wirkung des Regens im nassen kühlen Winter und die der Sonnenhitze im regenarmen Sommer auf den eigenthümlichen Boden der Insel. An den verschiedenen Punkten derselben bilden die Oberfläche wesentlich Korallenkalkstein, Sandstein, Sand und Mergel. Der halb krystallinische Kalkstein tritt nur in sehr geringer Ausdehnung an die Oberfläche, deren grösster Theil vom Sandstein eingenommen wird. Soweit diese Bodenarten von der vorausgehenden Sommerhitze ausgetrocknet sind, nehmen sie, mit Ausnahme des krystallinischen Kalksteins, sämmtlich begierig Wasser auf, was sie mehr oder weniger leicht durch sich hindurch gehen lassen, mit Ausnahme des Thones, welcher im trocknen Zu-

stande wohl auch begierig ansaugt, aber mit Wasser gesättigt für dieses undurchlässig wird und es nur wieder durch Verdunstung abgeben kann. Grössere und constante Ansammlungen von Wasser, Brunnen und Quellen, finden sich daher auch in Malta ebenso wie anderswo nur dort, wo unter durchlassenden Schichten undurchlassende, hier Thon- oder Mergelschichten, sind und das ist wesentlich im nordwestlichen Theil von Malta.

Man sieht daher auf Tafel V auch die wenigen Wasserläufe, die angedeutet sind, wesentlich alle in der Gegend des Mergels entspringen, gleichwie auch die Trinkwasserleitung, welche der Grossmeister Vignacourt nach Valletta und anderen Orten führte, von daher gespeist wird. Man darf nicht denken, dass die auf der Karte angezeigten Wasserläufe das ganze Jahr hindurch Wasser führten, das ist wesentlich nur während der Regenzeit der Fall. Am grossen Hafen (Great Harbour) mündet ein solcher Wasserlauf bei Marsa von Curmi kommend. Das Thal von Curmi ist wohl der tiefst gelegene Punkt auf der ganzen Insel, hat gewöhnlichen Alluvialboden und ist so feucht, dass vor einiger Zeit die Wechselfieber dort so unausgesetzt und heftig herrschten, dass der Ort theilweise verlassen wurde. — Andere Wasserläufe, die während der Regenzeit in der Mergelgegend entstehen, verlieren sich schon wieder, sobald sie in die Gegend des Sandsteins kommen, der nicht nur den auf ihn fallenden Regen, sondern auch noch kleine Flüsse und Bäche zu verschlingen vermag. Solche Wasserläufe sieht man auf Tafel V rechts von Musta und Nasciar.

Schon aus dieser einzigen Thatsache mag man abnehmen, wie sehr der Boden der Städte Valletta, Floriana, Senglea, Vittoriosa und Cospicua, die alle auf diesem Sandsteine liegen, während der Regenzeit durchfeuchtet werden muss, wie lange und wie tief die feinen Poren dieses Sandsteins von Wasser ganz allein (Grundwasser) erfüllt sein müssen. Die Porosität des Sandsteins, nach Welch zu 33 Procent angenommen, vermöchten die durchschnittlichen 20 Zoll Regen —, abgesehen von Verdunstung und andern Einflüssen — den Sandsteinboden bis zu 60 Zoll, d. i. bis zu 5 Fuss Tiefe jährlich mit Wasser zu erfüllen. Auf einem der höchsten Punkte von Valletta, über Porta Reale, habe ich noch feuchte Häuser und Keller

getroffen. In der Nähe vor dem ehemaligen Palast der spanischen Ritter führt ein in den Felsen gehauener Gang nach den Festungswerken von Floriana. Von der Decke träufelte im Mai noch Wasser, das der darüberliegende Fels, der höchste Punkt von Valletta, eingesogen haben musste.

Es dürfte jetzt wohl Jedermann klar sein, dass der Felsen von Valletta, überhaupt der grösste Theil der Oberfläche von Malta, dem Wasser und der Luft gegenüber sich nicht anders verhalten kann, als wie gewöhnlicher Sandboden, mit dem einzigen Unterschiede, dass der Sand von Malta Zusammenhang hat, etwa wie gefrorener Boden im Winter bei uns. Wo stellenweise die Poren grösser und kleiner, oder der Sandstein thonärmer oder -reicher ist, geht das Wasser natürlich leichter durch oder staut sich mehr. Namentlich der blaue Sandstein (siehe die Analyse oben) schliesst oft ziemlich wasserdicht und gibt daher auch in Valletta und andern Städten stellenweise Veranlassung zu so beträchtlichen Wasseransammlungen in den darüber liegenden Schichten, dass man sie zu Brunnen benützen kann. Professor Dr. Pisani hat mir einige solcher Stellen bezeichnet. Wo man bei Fundirung von Häusern auf diesen blauen Sandstein trifft, ist es in der Regel nicht nothwendig, die Cysternen zur Sammlung und Aufbewahrung des Regenwassers mit Cement auszukleiden, was sonst unerlässlich ist. — Seiner Bodenbeschaffenheit nach kann Malta keine grössere Immunität gegen Cholera beanspruchen, als Berlin oder die Lorenzer Seite von Nürnberg.

Die Bodenverhältnisse von Gozo (der Insel Ogygia des Homer mit der Grotte der Kalypso) sind die nämlichen, wie die von Malta, nur die Vertheilung ist eine etwas andere. Im Verhältniss ist die mit Mergel bedeckte Sandsteinfläche auf Gozo viel grösser als auf Malta, Gozo ist desshalb auch viel quellen- und brunnenreicher, hat viel mehr Bäume und ist daher noch fruchtbarer als Malta. Die etwas eiförmige Gestalt der Insel Gozo wird durch eine Linie von Ghain Salim über Rabat[1]) nach Ras il Fungus und Ras il Wardin

1) Die meisten Ortsnamen auf Malta und Gozo sind arabischen Ursprungs, gleichwie die heutige maltesische Volkssprache ein mit Italienisch und Griechisch gemischter arabischer Dialekt ist. Rabat heisst kleine Stadt oder Vorstadt, Ghain Quelle, Ghar Grotte, Ras Spitze s. w.

in einen südlichen Theil mit den Ortschaften Xeuchia, Sannat etc. und in einen nördlichen Theil mit Sciarra, Zebbug etc. getheilt. Der nördliche Theil ist die Mergelgegend. Die Orte des südlichen Theils haben denselben Sandstein zum Boden wie Valletta, die Orte des nördlichen Theils liegen fast sämmtlich auf lockerem Korallenkalk oder losem Sande, unter welchem dann Mergel, unter diesem dann der Sandstein, und unter diesem endlich der compakte, halbkrystallinische Kalkstein folgt. Letzterer kommt auch in Gozo aber selten, und in noch viel geringerer Ausdehnung als in Malta, stellenweise an die Oberfläche. Die Schichtenfolge ist daher auf Gozo genau dieselbe, wie auf Malta.

Bei diesen eigenthümlichen Bodenverhältnissen entstehen natürlich auch gewisse Schwierigkeiten für die Wasserversorgung und Kanalisirung der Städte und Forts, welche sich zahlreich um die unvergleichlich günstig situirten Häfen von Malta gelagert haben, die aber ausschliesslich den porösen Sandstein als Ufer und Gestade haben.

Früher war Medina (jetzt Rabat, Cità Vecchia genannt) die Hauptstadt. Der Grossmeister La Vallette baute die gegenwärtige Hauptstadt Valletta und der Grossmeister Vignacourt errichtete die Wasserleitung von den Bingemma-Höhen nach den Häfen der Insel.[1]) Sie führt das Wasser von 10 Quellen nordwestlich von Rabat einen Weg von etwa 8 engl. Meilen über Attard, Balzan, Birchireara nach Floriana und Valletta, in der trocknen Jahreszeit täglich beiläufig 537,000 Gallonen (= 2,339,000 Liter). Der dritte Theil etwa dieser Menge wird schon auf dem Wege an einzelne Ortschaften abgegeben, der Rest wird an öffentliche Brunnen, Kasernen, Spitäler und Private in Valletta und Floriana vertheilt.

Gegenwärtig sucht die englische Regierung von Malta die Wassermenge dieser Leitung noch beträchtlich zu vermehren. Herr Inglott und Professor Pisani brachten mich eines Tages nach dem Westen der Insel, wo wir durch einen etwa 40 Fuss tiefen Schacht in einen neu angelegten Stollen niederfuhren, in dem sich bereits ein kleiner

---

1) Dr. Sutherland, Report on the Mediterranean Stations. p. 94.

Bach des reinsten und frischesten Quellwassers in lebhaftem Laufe bewegte. Der Stollen war theils in dem Korallenkalkstein minirt. theils bestand er aus natürlichen Tropfsteinhöhlen. Der Boden dieser Höhlen war so lehmig, wie ich ihn in den Höhlen von Adelsberg im Karst gefunden hatte; es ist dem Anscheine nach derselbe Mergel, dessen Analyse ich oben mitgetheilt habe, auf dem der Sand und der Korallenkalk ruht. Dieser westliche Theil der Insel hat viele einzelne Häuser und Wege, die auf Tafel V nicht angegeben sind. Die Bewohner dieser Gegend treiben intensive Landwirthschaft und sind dem Wasser-Unternehmen der Regierung nicht hold; sie fürchten, dass ihre Brunnen oder doch wenigstens ihre Aecker dadurch an Wasser verlieren, was aber nicht zu besorgen ist, denn durch diesen Stollen kann kein anderes Wasser entweichen, als was bereits durch die Aecker und den Korallenkalk gegangen und auch bisher, aber nur in anderen Richtungen dem Meere zugeflossen ist. Im Interesse der östlich auf Sandstein liegenden Ortschaften und Städte ist zu wünschen, dass die Absicht der Regierung mit vollständigem Erfolge gekrönt werde. Es ist das um so mehr zu wünschen, als ein Versuch, das Grundwasser in der Nähe des grossen Hafens bei Curmi zu benützen, keine guten Resultate geliefert, indem das süsse Wasser in Folge der porösen Ufer sich mit Meerwasser mischt.

Eine andere kleinere Wasserleitung „Fauara“ führt südöstlich von Rabat kommend täglich etwa 92,000 Gallonen nach den auf der entgegengesetzten Seite des grossen Hafens liegenden Städten. Als sonstige Quelle der Versorgung mit Trinkwasser gibt es nur die atmosphärischen Niederschläge während der Regenzeit, die von den Dächern der Häuser in Cysternen gesammelt und aufbewahrt werden. In Jahren mit wenig Regen werden diese Cysternen auch aus der Wasserleitung gefüllt. Es gibt innerhalb der Befestigungswerke 122 öffentliche Cysternen, die gegen 30 Millionen Gallonen fassen, ausserdem noch in öffentlichen Anstalten, Kasernen u. s. w. 152 mit etwa 26 Millionen Gallonen Gehalt, ebenso 4294 Privatcysternen, welche 323 Millionen Gallonen fassen. Dadurch ist auch für den Fall einer Belagerung Vorsorge getroffen, wo die Wasserleitung vom Feinde zerstört werden könnte.

„Diese Cysternen sind in den dortigen Felsen geschnitten und

sorgfältig mit Cement ausgekleidet, um das Entweichen des Wassers zu verhüten, was aber trotzdem vorkommt; sie sind überwölbt, mit einer Oeffnung oben, durch welche das Wasser mit Handeimern oder Pumpen geschöpft wird. Die Qualität des Wassers ist sehr gut, mit Ausnahme der Fälle, wo die Reinigung der Cysternen vernachlässigt und das Wasser namentlich in der trocknen Jahreszeit faul wird. Die Haupteinwürfe gegen diese Art der Wasseraufspeicherung sind, dass unter der Erde liegende Behälter der Verunreinigung durch Infiltration von Kloakenstoffen und anderen Unreinigkeiten auf der Oberfläche ausgesetzt sind, dass sie undicht werden, Verluste an Wasser verursachen und dass sie die Grundmauern der Häuser mehr oder weniger feucht machen."

Für die Anlage von Gruben und Kanälen hat der Felsen von Malta viel grössere hygienische Nachtheile, als der Sand von Berlin. In dem Sand von Berlin kann man keine unterirdischen Gruben und Kanäle anlegen, ohne sie auszumauern. Wenn sie durch das Ausmauern auch nicht vollständig dicht werden, so werden sie doch viel dichter als der Sand. Nun hat der Malteser Sandstein zwar den Zusammenhang eines Steines, aber ganz die Porosität des Sandes, man mauert daher auf Malta die Kloaken nicht erst aus, sondern benützt gleich den natürlichen Boden. Will man in Valletta in einem Hause oder in einer Strasse einen Kanal haben, so macht ihn so zu sagen, nicht der Maurer, sondern mehr der Zimmermann, — man nimmt nämlich einfach Axt, Schaufel und Säge und haut und sägt sich mit geringer Mühe einen Kanal, wie ich es selbst mit angesehen habe.

Ich halte es für diejenigen, in deren Köpfen die falsche Ansicht von der Impermeabilität des Malteser Felsens ungewöhnlich tiefe und zähe Wurzeln geschlagen haben sollte, nicht für überflüssig, wörtlich zu wiederholen, was Dr. Sutherland a. a. O. S. 92 schon 1861 über diesen Gegenstand gesagt hat: „Dieses System der Kanalisirung hat verschiedene Fehler, die Beachtung verdienen. Erstens sind die Kanäle (sewers) sehr gross, von ganz unnöthigen Dimensionen und ganz ausser Verhältniss mit der Wasserversorgung und der Regenmenge, die sie abzuführen haben. Folge davon sind Ablagerungen, die grosse Uebelstände verursachen; weil die Kanäle

sich nicht selbst reinigen, häuft sich der Schmutz in ihnen. Während des trocknen warmen Wetters werden sie Erzeuger von fauler Luft, verderblich der Gesundheit. Ein anderer schwerer Schaden ist der poröse Charakter des Steines, aus dem sie bestehen. Dieser Stein, wo er immer für solche Zwecke verwendet wird, saugt sich voll von dem Kloakeninhalt und im Laufe der Zeit wird der ganze Untergrund, durch den die Kanäle gehen, mit Fäulnisstoffen gesättigt und zu einer Quelle von schlechter Luft in den Häusern. Der Stein ist lediglich festgewordener Sand und wird ebenso mit Kloakeninhalt durchtränkt, als wenn der Kanal in Sand gegraben wäre."[1])

Es wird dem Leser jetzt auch glaublich erscheinen, was ich schon bald nach meiner Heimkehr von Malta in der Allg. Zeitung als vorläufige Mittheilung erwähnt habe, nämlich dass Herr Inglott und Prof. Pisani, zwei geborne Malteser, gar nicht begreifen konnten, warum ich in den ersten Tagen immer wieder mit Fragen kam, ob denn der Felsengrund der Häuser auf Malta nicht doch der Imprägnirung des Bodens mehr Hindernisse bereiten könnte, als gewöhnlicher Alluvialboden? Herr Inglott sagte mir zuletzt einmal sehr entschieden: „Unser Felsen ist kein Felsen in Ihrem Sinne: er ist ein Schwamm, getränkt und gesättigt mit jeder Art von Jauche."

Und wie viele Jahre lang, und wie oft, hat mich zuversichtliche Unwissenheit auf den Felsen von Malta verwiesen!

Hätte man all' diese Thatsachen schon früher gekannt, so würde man sich vielleicht doch etwas besonnen haben, ehe man Malta als Beleg gegen den Einfluss von porösem Boden und Grundwasser auf Choleraepidemien citirt hätte. Aus dem, was ich mitgetheilt habe, scheint mir zur Genüge hervorzugehen, dass ich in Malta keine schwere Aufgabe vorfand, um den Boden und die Grundwasserverhältnisse der Insel mit meinen Ansichten über die Verbreitungsart der Cholera in Uebereinstimmung zu bringen, oder — wie meine Gegner sich so gerne ausdrücken, — dass ich an den

---

1) „The stone is merely consolidated sand, and becomes infiltrated with sewage, just as if the drain were dug in sand."

Thatsachen gar nicht viel zu biegen und zu ändern brauchte, während meine Gegner ungemein viel ignoriren müssen und nicht wissen dürfen, um Malta gegen meine Ansichten citiren zu können. Meine Gegner vertragen höchstens so viel Wissen über den Boden von Malta, als in einem Conversationslexikon steht, was nicht nur sehr unvollständig, sondern manchmal sogar etwas falsch ist.

Das steinige Malta gehört zu den fruchtbarsten Inseln, aber man sagt, die fruchtbare Erde sei aus Sicilien herbeigeführt worden. Diese Albernheit muss einmal irgend ein Tourist niedergeschrieben haben, der vom Gymnasium her wusste, dass im Alterthum Sicilien die Kornkammer Roms genannt wurde, und dem es nun einfacher und geistreicher schien, nach Malta nicht wie nach Rom das Getreide, sondern selbst gleich den Boden Siciliens bringen zu lassen, um auf ihm Getreide zu bauen. Wie so viele Unwahrheiten hat sich auch diese verbreitet und ist geglaubt worden, und einer hat sie vom andern abgeschrieben. — Aus den oben mitgetheilten Analysen des Sandsteins und Mergels von Malta geht zur Genüge hervor, dass der Boden der Insel alle mineralischen Pflanzennahrungsstoffe enthält, und so reichlich als irgendwo auf der Erde Kalk- und Mergelböden sie enthalten, dass es daher ganz überflüssig gewesen wäre, Erde von Sicilien zu bringen. Eine Insel, welche einen so zusammengesetzten und so zerreiblichen Stein hat, und welche zum vierten Theile mit Thon oft viele Klafter hoch bedeckt ist, bedarf nur einer fleissigen Bewirthschaftung, um alles hervorzubringen, was, Sonnenschein und Regen vorausgesetzt, die Erde überhaupt hervorzubringen vermag. Merkwürdig ist, dass auf Malta Niemand etwas davon weiss, dass der Boden je durch Erde von Sicilien fruchtbar gemacht worden sei. Ich habe anfangs ernstlich darnach gefragt, und mich überraschte das Staunen, was diese Frage erregte, und erst eine öftere Wiederholung derselben Frage machte mich darauf aufmerksam, dass die Eingebornen und alle mit den Bodenverhältnissen Malta's näher Vertrauten in dieser Frage etwas Absurdes erblickten, so dass ich mir zuletzt die Gegenfrage gefallen lassen musste, wie viel Schiffsladungen ich denn glaube, dass nöthig gewesen wären, um nur eine Quadratmeile Ackerland herzustellen, und ob es denn nicht unter allen Umständen viel wohlfeiler gewesen

wäre, die Produkte des Bodens von Sicilien als den Boden selbst einzuführen?

Bei dieser Gelegenheit wurde ich mit einer Einfuhr ganz entgegengesetzter Art aus Sicilien bekannt gemacht, die eine Zeit lang ziemlich lebhaft betrieben wurde, als die Ritter noch die Insel beherrschten. Es ist das der harte Lavastein, womit man die Strassen und Höfe in Valletta pflasterte, um dem Eindringen des Wassers in den porösen Boden und in den Grund der Häuser entgegenzuarbeiten.

Malta und Gozo sind ungewöhnlich stark bewohnt von einer vorwaltend Seefahrt und Handel und in zweiter Linie Gewerbe und Ackerbau treibenden Bevölkerung (nach der letzten Zählung 1861 auf beiden Inseln 134,055) und nebstdem mit einer militärischen Besatzung von 6000 bis 7000 Mann versehen, und doch erzeugen die Inseln wenigstens ein Viertel der Nahrungsmittel selbst, und führen sogar Orangen und Kartoffeln noch in beträchtlicher Menge aus. Frische Malteser Kartoffeln gehen im Winter und Frühling namentlich viel nach England. Ich war im Monate Mai auf Malta und war bei einem Ausfluge von Valletta bis Dingli erstaunt über die Fruchtbarkeit des Bodens. Die Felder sind da allerdings nicht wie in England von grünen Hecken eingefasst, sondern von kahlen Steinwällen begränzt, die dadurch entstehen, dass man die grösseren Steine von einer Fläche entfernt, Mauern ohne Mörtel daraus bildet und die zwischen ihnen liegende fruchtbare Erde zu einem Acker oder einer Wiese ebnet und ausbreitet, ähnlich wie ich es auch am Südabhange des Karst, im Thale von Koschana seiner Zeit gefunden und beschrieben habe.[1]) Diese Steinzäune verdecken die Felder und geben der Insel den Schein der Unfruchtbarkeit, der die gewöhnlichen Touristen täuscht. Die einzige Schranke für die Landwirthschaft und den Gartenbau auf Malta bildet nur der Regen und die Feuchtigkeit des Bodens. Nur soweit der Mergelboden reicht, kommen Bäume ohne künstliche Bewässerung oder Begiessen auch während der heissen und trocknen Jahreszeit fort; soweit der poröse Sandstein reicht, wird zu wenig Wasser in der Oberfläche zurückgehalten, um den Wurzeln der Bäume auch im Hochsommer die nöthige

1) Die Cholera in Krain. Aerztl. Intelligenzbl. München 1861. Nr. 7 bis 9.

Wassermenge zuzuführen. Wo dafür aber künstlich gesorgt wird, zeigt sich auch der Sandsteinboden um Valletta für den Baumwuchs ebenso geeignet, wie der Mergelboden im Boschetto zwischen Rabato und Casal Dingli. Im botanischen Garten von Floriana stehen Exemplare von Wellingtonia gigantea, von denen Sutherland sagt, dass sie vielleicht die grössten auf unserer Hemisphäre sind.

Dass auf einem solchen Boden zeitweise Choleraepidemien auftreten, darf so wenig auffallen, als wenn sie in Berlin und München auftreten. Die Epidemie vom Jahre 1865 war eine der verbreitetsten und heftigsten auf Malta. Es liegen lehrreiche und umfassende Berichte von Dr. Sutherland[1]) und von Dr. Ghio[2]) darüber vor, aus denen ich einiges anführen will. Dr. Ghio, bei dem ich durch Prof. Pisani eingeführt wurde, hat sich während meiner Anwesenheit in Malta die Mühe genommen, mir interessante Einzelheiten an Ort und Stelle zu zeigen, namentlich auch das Lazaretto oder die Quarantäneanstalt, die unter seiner Aufsicht steht.

Dem Ausbruch der Cholera von 1865 ging eine sehr bemerkenswerthe Steigerung der Sterblichkeit auf Malta und Gozo ein halbes Jahr voraus, welche in gewöhnlichen Zeiten 24 auf 1000 beträgt. Diese Steigerung zeigt sich am deutlichsten, wenn man die Anzahl der Todesfälle im ersten und zweiten Quartal von den Jahren 1863, 1864 und 1865 mit einander vergleicht.

	Es starben im Jahre			
	1863	1864	1865	
Im ersten Quartale .	721	774	1153	
„ zweiten „ . .	546	708	944	
In beiden . .	1267	1482	2097	Personen.

Winter und Frühling 1865 waren abnorm kalt und trocken. Masern und Blattern, die schon 1864 aufgetaucht, seuchten namentlich in Zeitun, Zurrico und Safi den Winter hindurch fort. Im Januar 1865 ge-

1) Dr. Sutherland. Report on the sanitary condition of Malta and Gozo, with reference to the Epidemic Cholera in the year 1865. London 1867.

2) Dr. Ghio, Chief Police Physician and Physician to the Lazaretto. The Cholera in Malta and Gozo in the year 1865. Malta 1867.

sellte sich zunächst in Zeitun und Zurrico ein exanthematisches Fieber dazu, was nach Angabe der Aerzte nicht selten in Abdominaltyphus (typhoid fever) überging, mit andern Worten: die Typhusfrequenz hatte sich gegen die Vorjahre wesentlich vermehrt. Die ganze Südküste des Mittelmeeres, wenigstens ihre östliche Hälfte, scheint damals für die Cholera vorbereitet gewesen zu sein. Sutherland gibt eine interessante chronologische Zusammenstellung von Thatsachen vom Januar 1865 anfangend an, welche dem Ausbruch der Cholera auf Malta vorhergingen, und ihr Herannahen gleichsam immer lauter und lauter verkündigten.

Januar 1865 und später: Gastrische und diarrhoische Leiden ungewöhnlich häufig unter der Bevölkerung von Malta und Gozo.
Typhus vorherrschend auf Malta in Dörfern, später Sitzen der Cholera. Fiebermortalität doppelt der Durchschnitt.
Ein diarrhoisches Leiden (sogenannte gastro-enteritis) verursacht das Doppelte der Durchschnittssterblichkeit in Malta.

März: Tödtlicher Typhus herrschend in Mecca, Medina und Dschedda.

April: Eine Epizootie im Osten. Die Einfuhr von Rindvieh wird in Malta am 29. April verboten.

1. Woche des Mai: Die Cholera in Arabien.

17. Mai: Ernster Ausbruch von Diarrhöe in Birchirchara auf Malta, für Cholera gehalten und als solche angezeigt.

19. „ Das erste Schiff mit Pilgern von Dschedda kommt in Suez an.

20. „ Heftiger Ausbruch von Diarrhöe mit choleraähnlichen Symptomen unter den Soldatenfamilien im Lazaretto zu Malta.

21. „ Cholerafall in Suez an dem Eigenthümer eines Schiffes und an seiner Frau.

22. „ Ein Cholerafall unter den Pilgern zu Damanhour bei Alexandria.

22. „ bis 1. Juni: Mehrere tausend Pilger in Suez gelandet und um Alexandria gelagert.

26. „ Der Dampfer „Ephesus“ verlässt Alexandria und kommt ganz gesund in Malta am 31. Mai an.

2. Juni: Erster Cholerafall unter den Einwohnern von Alexandria, welche mit den Pilgern zusammen wohnen.

4. Juni: An und vor diesem Tag verlassen 7 Dampfer Alexandria und kommen in Malta ganz gesund zwischen dem 1. und 9. Juni an.

5. „ Zwei weitere Cholerafälle zu Alexandria an Personen, die mit den Pilgern leben.

6. „ Der Dampfer „Olympus“ verlässt Alexandria, kommt am 10. in Malta an und hat einen Diarrhöefall unter den Matrosen.

8. „ Der Dampfer „Alexandra“ verlässt Alexandria, kommt am 13. ganz gesund in Malta an.

9. „ Drei Dampfer der Peninsular and Oriental Company verlassen Alexandria und kommen ganz gesund am 12. in Malta an.

9. „ „Hellenis“ verlässt Alexandria und kommt ganz gesund am 14. in Malta an.

10. „ Der Dampfer „Memnon“ verlässt Alexandria, hat einen Todesfall von Unterleibskrankheit (bowels-complaint) auf der Reise und kommt ganz gesund zu Malta in der Quarantäne am 14. an.

10. „ „Cairo“ und „Nyanza“ verlassen Alexandria, kommen ganz gesund in der Quarantäne zu Malta am 14. an.

12. „ Choleraepidemie in Alexandria.

12. „ „Maria Antoinette“ verlässt Alexandria und kommt ganz gesund in der Quarantäne zu Malta am 17. an.

14. „ Der Consul zu Alexandria telegraphirt nach Malta den Ausbruch der Choleraepidemie in Alexandria.

14. „ Die Regierung von Malta unterwirft Provenienzen aus Alexandria einer siebentägigen Quarantäne.

15. „ „Assyrien“ verlässt Alexandria und kommt ganz gesund in der Quarantäne zu Malta am 19. an.

15. „ Prämonitorische Diarrhöen herrschen mehr als gewöhnlich in der Pfründeanstalt (Ospizio) in Floriana um diese Zeit.

16. „ Der Dampfer „Rhone“ verlässt Alexandria, verliert einen Passagier und einen Heizer auf der Reise an Cholera, und kommt ganz gesund in der Quarantäne in Malta am 20. an.

20. „ Nachdem Diarrhöe unter Soldatenfamilien im alten Pest-

spital zu Malta einige Zeit vorher geherrscht, ereignete sich der erste tödtliche Fall von asiatischer Cholera in Malta im Pestspital an diesem Tage an einem Soldatenkind. Keine Erkrankung in der Quarantäne (Lazaretto).[1])

22. Juni: Zweiter und dritter tödtlicher Cholerafall unter den Soldatenfamilien im Pestspital.

23. „ Erster Fall von Diarrhöe unter Passagieren im Lazaretto.

27. „ Zwei weitere Fälle (einer tödtlich) im Pestspital.

28. „ Ankunft des „Wyvern". Erster Fall von asiatischer Cholera im Lazaretto.

29. „ An diesem Tage ereignete sich der erste Cholerafall in Attard, einem Dorfe im Innern der Insel und zwar an einem Manne, welcher im Pestspital als Maurer beschäftigt war. Der Fall endete tödtlich.

3. Juli: Erster tödtlich endender Cholerafall in Valletta. Im Laufe einer Woche wurden die ersten Fälle aus Floriana (Ospizio), Cospicua, Misida, Rabat u. s. w. gemeldet. Der Schluss der Epidemie von Malta fällt auf den 11. November.

Aus Gozo wurde der erste Fall am 21. Juli, aus Xeuchia gemeldet, der letzte am 24. October.

Die folgende Tabelle gibt die Summen der Erkrankungen und Todesfälle für Malta und Gozo an.

	Bevölkerung (Zählung 1861)	An Cholera erkrankt			An Cholera gestorben			Sterblichkeit pro 1000 Einwohner
		männl.	weibl.	Summe	männl.	weibl.	Summe	
Civilbevölkerung Malta .	118596	995	1367	2362	642	837	1479	12·47
Civilbevölkerung Gozo .	15348	230	314	544	102	154	256	16·67
Militär	7584	142	61	203	102	43	145	19·12
Summe . .	141528	1367	1742	3109	846	1034	1880	13·28

1) Pestspital und Lazaretto liegen beide auf einer kleinen Insel im Quarantänehafen (Marsamuscetto) nahe bei einander. Das Pestspital ist zu Wohnungen für verheirathete Soldaten gerichtet.

Die Vertheilung der Fälle auf die einzelnen Ortschaften der Inseln ist theils aus der beifolgenden Tafel V zu ersehen, wo den meisten grösseren Orten die Anzahl der Choleratodesfälle und das Datum des ersten und letzten Falles beigeschrieben ist, vollständiger noch aus den nachfolgenden zwei Tabellen, von denen eine die Fälle auf Malta, die andere auf Gozo unter der Civilbevölkerung umfasst.

Malta.

Ortschaft.	Einwohner-zahl	An Cholera		Von 100 Ein-wohnern gestorben
		erkrankt	gestorben	
Attard	1239	19	11	0·8
Valletta	23993	453	282	1·1
Ospizio Floriana	504	59	35	6·9
Cospicua	10933	176	122	1·1
Floriana	5791	76	48	0·8
Misida	1858	55	39	2·0
Rabato	5916	143	91	1·5
Central-Spital	96	10	7	—
Birchirchara	5978	142	98	1·6
Corradino	187	4	3	1·6
Vittoriosa	5712	175	107	1·8
Curmi	6001	159	92	1·5
Musta	3828	22	14	0·3
Senglea	6887	99	64	0·9
Naxaro	2768	33	19	0·6
Micabiba	894	34	19	2·1
Zebbug	4884	99	62	1·2
Zabbar	4327	88	54	1·2
Via S. Giuseppe	1578	40	26	1·6
Sliema	324	24	14	*)
Häfen (Schiffe)	—	2	2	*)
Zurrico	2797	34	24	0·8
San Giuliano	476	7	7	*)
Gargur	1200	9	6	0·5
Zeitun	5491	164	84	1·5

*) Für Sliema und San Giuliano kann die Sterblichkeit pro 100 nicht angegeben werden, weil diese beiden Orte Sommerfrischen für die reichen Malteser sind, und eine sehr schwankende, nicht festzustellende Einwohnerzahl während der Epidemie hatten. Ebenso ist es mit der flottirenden Bevölkerung der Schiffe in den Häfen.

Ortschaft.	Einwohnerzahl	An Cholera		Von 100 Einwohnern gestorben
		erkrankt	gestorben	
Calcara	436	8	5	1·1
Gudia	982	11	5	0·5
Axiack	1200	37	24	2·0
Balzan	662	1	1	0·15
Lia	1371	12	8	0·5
Paola	485	4	2	0·4
Tarxien	1265	22	10	0·7
Siggieui	2641	70	40	1·5
Crendi	949	2	2	0·2
Luca	1592	20	16	1·0
Mellcha	975	3	2	0·2
St. Paul's Bay	476	1	1	0·2
Safi	286	8	4	1·4
Chircop	409	4	1	0·2
Saura's Hospital	88	32	27	—
Dingli	594	1	1	0·17
Gozo.				
Xeuchia	1345	39	19	1·4
Rabato	3924	182	77	1·9
Ospizio	—	24	19	—
Caccia	1996	79	32	1·6
Nadur	2546	13	6	0·3
Sannat	793	40	25	3·1
Marsalforn	25	3	2	—
Garbo	1295	67	32	2·5
Munxar	147	12	6	4·0
Santa Lucia	232	4	1	0·4
Kercem	793	19	9	1·1
Zebbug	556	42	17	3·0
Krankenhaus	—	6	6	—
Ghain Sielem	916	1	—	0·0
Kala	500	1	—	0·0
Ghasri und Ghammar	362	12	5	1·3

In ihrem ganzen Verlaufe auf Malta und Gozo bietet die Choleraepidemie eigentlich nichts Neues dar; doch sind einige Thatsachen der Beachtung und der Besprechung werth.

Das Auftreten der ersten Fälle auf der kleinen Insel im Quarantänehafen kann zu Gunsten zweier entgegengesetzter Ansichten gedeutet werden, denen die beiden Berichterstatter Dr. Sutherland und Dr. Ghio sich zuneigen. Ersterer huldigt der Ansicht von der autochthonen Entstehung der Cholera, letzterer der von der Einschleppung. Das Quartier der verheiratheten Soldaten im alten Pestspital, in dem die ersten Fälle vorkamen, liegt über 660 Fuss von der Quarantäneanstalt, vom Lazaretto entfernt, und ist mit hohen Mauern umschlossen. Keine Communikation zwischen den Bewohnern beider Anstalten ist nachweisbar. Ferner ereigneten sich im Lazaretto erst mehrere Tage später als im Pestspital die ersten Cholerafälle — und so nimmt Sutherland an, dass die Cholera dieser Soldatenfamilien eben aus der Localität und dem genius epidemicus sich ebenso, wie an andern Orten der Insel, entwickelt habe. Er führt als prädisponirende Ursachen an:

Schlechte Construktion der Wohnungen.

Schlechte und stinkende Abtritte und Abzugskanäle, oder besser: Versitzgruben zunächst bei den Zimmern.

Ueberfüllung. Unzureichende Ventilation.

Unzureichende Wasserversorgung für Spülung der Kanäle.

Das Trinkwasser selbst war merkwürdiger Weise von ganz ausgezeichneter Qualität. Sutherland liess dasselbe auch analysiren und es wurde „ungewöhnlich rein" gefunden.

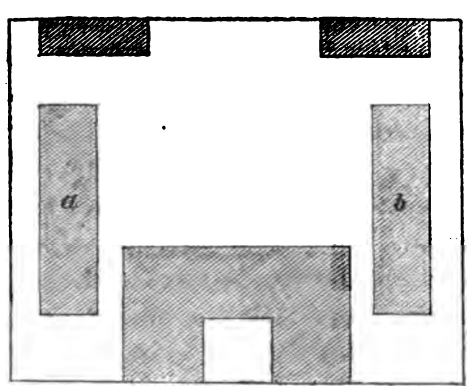
In 1 Liter dieses Wassers fanden sich:

Kohlensaurer Kalk	0,124 Grm.
Kohlensaure Magnesia . . .	0,014 „
Schwefelsaures Natron . . .	0,012 „
Kochsalz	0,059 „
Organische und andere flüchtige Substanzen	0,005 „
	0,214 Grm.

Das ist wieder einer jener immer häufiger zur Beobachtung kommenden Fälle, wo beim reinsten Trinkwasser die heftigsten Choleraausbrüche erfolgen.

Die Soldatenfamilien im Pestspital haben aber auch zur Genüge dargethan, dass die von Sutherland angeführten Hilfsursachen,

schlechte Wohnung, stinkende Abtritte und Kanäle, Ueberfüllung u. s. w. hier nicht entscheidend für das Auftreten der Cholera gewesen sein können. Dr. Ghio, welcher so freundlich war, mir das Lazaretto und das Pestspital persönlich bis in's Einzelnste zu zeigen, machte mich an Ort und Stelle auf einen Umstand aufmerksam, der schwer in's Gewicht fällt. Die Soldatenfamilien waren in folgender Weise untergebracht:



Das Gebäude *a* war von verheiratheten Soldaten von der 3. Artilleriebrigade, das Gebäude *b* von solchen vom 2. Bataillon des 8. Infanterieregiments besetzt. Man kann zwei Gebäude nicht gleicher herstellen und benützen und belegen, als *a* und *b*; dieselben Uebelstände, die *a* hatte, hatte auch *b* und doch war nur *a* ein Cholerаherd, *b* blieb ganz immun. Die Cholera verhielt sich auf der Quarantäneinsel in Malta im Jahre 1865 genau so, wie der Typhus in den beiden Abtheilungen *A* und *B* der Cavalleriekaserne in Freising 1868, wie Dr. Buxbaum im vorhergehenden Heft dieser Zeitschrift erst kürzlich so überzeugend dargethan hat. Unter den Artilleristenfamilien kam der erste Cholerafall am 20. Juni vor an einem Mädchen, 9 Jahr 8 Monate alt. Es starb am 21. Juni. Am 22. Juni erkrankte eine 28 Jahre alte Malteserin, die an einen englischen Kanonier verheirathet war, am selben Platze, am 23. eine andere Kanoniersfrau, am 28. ein Kanonier, und am 29. ein Knabe. Von diesen 5 Fällen endeten 4 tödtlich. Am 1. Juli wurden die verheiratheten Soldaten verlegt, um dem Umsichgreifen der Epidémie zu steuern und das Pestspital von ihnen geräumt. Die Artilleristen kamen nach

Counterguard Salvatore in Floriana, die Infanteristen theils nach den Hornworks in Floriana, theils in das Lager Pembroke. In den Familien der Artilleristen setzten sich die Choleraerkrankungen auch in Salvatore Counterguard noch eine Zeit lang fort, es erkrankten noch 6 Frauen, von denen 2 starben. Unter den Familien der verheiratheten Soldaten vom 2. Bataillon des 8. Infanterie-Regiments zeigten sich auch nach ihrer Verlegung theils in die Hornworks theils in's Pembroke-Lager keine Erkrankungen wie bei denen der 3. Artilleriebrigade, welche in so bestimmter Weise auf den vorhergehenden Einfluss einer bestimmten Localität hingewiesen hätten.

Die ersten Fälle der Epidemie des Jahres 1865 in Malta geben noch zu verschiedenen anderen lehrreichen Betrachtungen Anlass. Wer glaubt, dass die Quarantänen Schutz gegen die Ausbreitung der Cholera gewähren, für den kann nichts überraschender sein, als dass in Malta die Krankheit gerade auf der Quarantäneinsel bei Leuten ausbrach, die mit der Quarantäneanstalt nicht den geringsten Verkehr hatten, in einer Localität, die durch hohe Mauern und einen weiten Zwischenraum von der Quarantäne geschieden ist, während das viel näher gelegene Fort Monoel verschont blieb und dass in der Quarantäne, im Lazaretto selbst auch später kein Infektionsherd sich bildete, während sich die Krankheit in den Städten und auf dem Lande immer weiter ausbreitete, wie ich schon in meiner Abhandlung über Lyon und das Vorkommen der Cholera auf Schiffen[1]) angegeben habe. Im Lazaretto verlief während der ganzen Dauer der Quarantäne die Cholera nur nach Schiffen, es zeigte sich auf das deutlichste, dass nicht der Aufenthalt im Lazaretto, sondern ein länger vorausgegangener Aufenthalt in Alexandria oder auf einzelnen Schiffen maassgebend war. Die Quarantäne war seit dem 14. Juni obligatorisch. Der erste Cholerafall im Lazaretto ereignete sich am 28. Juni an einem Passagier des Dampfers „Wyvern", welcher die Reise von Alexandria bis Malta in 5 Tagen zurückgelegt hatte und 303 Personen im Lazaretto landete. Das Schiff kam mit 2 Cholerakranken an, von denen einer unmittelbar nach der Ausschiffung, noch auf der Werfte, verschied. In der Nacht er-

1) S. Zeitschrift für Biologie. Bd. IV. S. 432—436.

krankte noch eine Frau, am 29. zwei weitere Passagiere desselben Schiffes, ebenso einer am 30. Am 3. Juli ereignete sich ein Brechdurchfall, am 4. wieder ein Cholerafall. Am 6. Juli wurden drei Personen befallen und ferner ereignete sich — immer nur unter den Passagieren des Wyvern — noch ein Fall am 9. und der letzte am 16. Juli. Unter diesen Fällen am 6. Juli befindet sich auch ein Malteser Quarantänewärter, welcher eine Cholerakranke vom Schiff in's Lazaretto getragen hatte. Der erste Fall unter den Soldaten im Pestspital ereignete sich bekanntlich am 20. Juni, 8 Tage vor Ankunft des „Wyvern", 6 Tage nach Errichtung der Quarantäne, konnte also mit den ersten Cholerafällen im Lazaretto in keiner Beziehung stehen.

Man kann sich fragen, wie kam die Cholera, wenn sie nicht autochthon entsteht, durch den Verkehr nach Malta, dass sie schon am 20. Juni ein Opfer fordern konnte. Aus dem Berichte von Dr. Sutherland geht hervor, dass am 19. Mai das erste Schiff mit Pilgern von Mekka, wo die Cholera herrschte, über Dschedda in Suez ankam; am 21. Mai werden schon Cholerafälle aus Suez, am 22. Mai einer aus der Umgebung von Alexandria berichtet, dem bald mehrere nachfolgten. Am 2. Juni stirbt bereits ein Einwohner von Alexandria an Cholera, und erst am 14. telegraphirt der englische Consul in Alexandria nach Malta, dass in Alexandria die Epidemie ausgebrochen sei.

Aus dem Berichte von Dr. Ghio geht hervor, dass vom 31. Mai bis 14. Juni in Malta 14 Dampfer von Alexandria ankamen, die ausser den Matrosen über 840 Passagiere an Bord hatten, von denen die Hälfte Hadschis oder Muselmänner waren. Fast all diese Leute landeten, wenn auch manche nur für einige Stunden.

Am 14. Juni, an welchem Tage die Quarantäne erklärt wurde, kamen Abends noch drei engl. Dampfer von Alexandria, „Memnon", „Cairo" und „Nyanza". Der „Memnon" landete im Lazaretto 22 Personen, von welchen 14 Muhamedaner waren. Er hatte ausserdem 133 Pilger für Tangier an Bord, von denen ein Hadschi an Unterleibsleiden gestorben war. Der „Cairo" liess 47 Passagiere in Malta, von denen 37 Muhamedaner waren. Der „Nyanza" landete 7 Passagiere im Lazaretto u. s. w. Am 20. Juni Morgens

gegen 8 Uhr kam der „Rhône“ von Alexandria und landete 147 Personen. Dieser Dampfer hatte auf der Reise einen Heizer und einen Passagier an Cholera verloren, deren Leichen in die See geworfen worden waren. Dieses Schiff war also das erste, welches erklärtermaassen Cholera an Bord hatte.

Die Contagionisten in Malta haben sich viel bemüht, die Ankunft des „Rhône“ mit dem ersten Cholerafall unter den Soldaten im Pestspital in Zusammenhang zu bringen, aber ganz vergebens. Nebstdem, dass sich gar kein Verkehr zwischen Rhône und Plague Hospital ermitteln liess, sind die beiden Ereignisse fast gleichzeitig an einem Tage. Morgens 8 Uhr Ankunft des Schiffes, Nachmittags 4 Uhr kommt das neunjährige Mädchen, was das erste Opfer der Cholera auf Malta werden sollte, mit heftiger Diarrhöe aus der Schule; bis Abends 8 Uhr steigert sich die Diarrhöe bis zum asphyktischen Stadium der Cholera und am nächsten Morgen stirbt das Kind, während die Bemannung des „Rhône“ auf dem Schiffe und die gelandeten Passagiere und Waaren im Lazaretto sorgfältig verschlossen und isolirt gehalten wurden, und von all' den vielen Personen des Rhône auch später Niemand an Cholera erkrankte. Aber wenn man auch irgend einen Verkehr zwischen Rhône und den Soldatenfamilien im Pestspital ermittelt hätte, so wäre das doch kein Beweis für einen ursächlichen Zusammenhang des ersten Cholerafalles in Malta mit dem „Rhône“ gewesen, denn das Incubationsstadium wäre zu kurz. Ich würde eine derartige Annahme ebenso unwahrscheinlich finden, als dass bei dem Pfründner Flach in Rothenfels Mittags die Cholera ausbrach, weil ihn Vormittags der Bader Dodel rasirt hatte, der zuvor einem Cholerakranken in einem andern Hause beigestanden war.[1])

Interessant ist in Beziehung auf die Incubationsdauer der Fall an dem Quarantänediener, welcher eine Cholerakranke von Bord des „Wyvern“ in's Lazaretto trug. Es geschah am 28. Juni, dass dieser Mann zu besagtem Zwecke das Schiff betrat, welches fertigen Infektionsstoff von Alexandria an Bord gehabt zu haben scheint. Er erkrankte am 6. Juli, also am achten Tage darnach.

---

1) Siehe Zeitschrift für Biologie. Bd. V. S. 246.

Es ist nicht ohne Interesse sich auch die Frage zu stellen, wo die Cholera in Malta 1865 wohl zuerst aufgetreten wäre, wenn zufällig die Quartiere der verheiratheten Soldaten im Pestspital leer gestanden, oder unbewohnt gewesen wären. Wenn man die Fälle unter den Soldatenfamilien und den Fall des Maurers, der in Attard wohnte und erkrankte, welche Fälle alle unverkennbar mit dem Pestspital zusammenhängen, unberücksichtigt lässt, so ereignete sich der erste Cholerafall in Valletta am 3. Juli, mitten in der Stadt, Nr. 96 Strada Vescovo, an einer verheiratheten Frau, 28 Jahre alt, einer Kleidermacherin, die mehrere Tage früher an Diarrhöe gelitten hatte, ohne diese zu beachten. Von ihren Verkehrsverhältnissen liess sich nur ermitteln, dass sie am 30. Juni früh Morgens in Geschäften nach San Giuliano gegangen war, wo keine Cholera herrschte, wo der erste Fall erst am 27. Juli vorkam, und um 11 Uhr wieder nach Valletta zurückkehrte. Am 2. Juli klagte sie neuerdings über Diarrhöe, die sich Nachmittags 4 Uhr zur Cholera steigerte, der sie um Mitternacht erlag. Sonst war die Frau nicht aus dem Hause gekommen, es war auch Niemand in ihr Haus gekommen, der mit dem Pestspital oder dem Lazaretto oder sonst mit Cholerafällen, oder inficirten Orten direct oder indirect zusammenhing. Die Contagionisten, welche glauben, vom Kranken gehe ein Infektionsstoff aus, der für sich ohne weiteres in andern Cholera hervorzurufen im Stande wäre, würden also in der Epidemie des Jahres 1865 in Malta ganz vergebens nach einem ersten Ausgangspunkte und nach einer Erklärung suchen, gleich viel ob der erste Fall nun im Pestspital oder in der Bischofstrasse vorgekommen wäre.

Dass für den Cholerainfektionsstoff nicht der menschliche Körper der Keimboden ist, dass er nicht von Person zu Person sich fortpflanzt, sondern dass die Fortpflanzung und Vermehrung desselben Bedingungen voraussetzt, die ausserhalb des menschlichen Organismus zu suchen sind, dafür haben sich in Malta zwei Jahre später, im Sommer und Herbste 1867, als die Cholera heftig in Tunis und in Italien herrschte, die unzweideutigsten Belege ergeben. Im Gegensatz zu 1865, wo die Cholera sich auf der Insel weit und vielfach verbreitete, ohne dass man die Einschleppung nachweisen konnte, verbreitete sie sich 1867 nicht, oder nur sehr wenig, trotzdem, dass

sie oft und nachweisbar eingeschleppt wurde und ein vereinzelter Herd der giftigsten Art in Valletta sich gebildet hatte. Dr. Ghio berichtet im Juli 1867, dass die Quarantäne wieder gegen alle inficirten Plätze in Afrika und Italien angeordnet worden sei. Es befanden sich zur Zeit des ersten Cholerafalles im Lazaretto 268 Passagiere darin, von denen der grössere Theil von Tunis kam. Ein Lootsenschiff mit drei Familien, die zusammen 30 Personen zählten, war in vier Tagen von Susa, am 16. Juni, gekommen. Am 5. Juli (19 Tage nach Ankunft) erkrankte von diesen Passagieren eine Frau, 26 Jahre alt, Vormittags 11 Uhr an Cholera und starb den nächsten Tag Nachmittags 5 Uhr. Am 6. erkrankte Nachmittags 2 Uhr eine andere Frau, 42 Jahre alt, die zu demselben Schiffe gehörte, sie starb am 7. Vormittags 8 Uhr. Die Passagiere dieses Schiffes theilten Dr. Ghio mit, dass, als sie Susa verliessen, dort täglich etwa 10 Personen an Cholera starben. Die Krankheit herrschte in Quartieren, etwas entfernt von ihren Häusern, aber die Leichen wurden durch die Strassen und vor den Häusern vorbeigetragen, wo sie wohnten. Sie gaben an, dass Niemand von ihren Familien die Krankheit gehabt habe und dass sie keine inficirten Häuser besucht hätten.

Dr. Ghio bemerkt ferner, dass alle schmutzigen Kleider und Wäsche dieser Passagiere am selben Tage, wo sie im Lazaretto landeten, mehrmals ins Wasser getaucht und darnach gelüftet wurden, und dass bis zum Tag vor dem ersten Fall alle Kleider, Betten u. s. w. zweimal regelrecht mit Chlor in engen Zimmern geräuchert wurden, unter der Aufsicht von drei ganz zuverlässigen Quarantänewärtern. Die fraglichen Passagiere wollten und konnten auch nicht mit andern Passagieren im Lazaretto verkehren.

Am 7. Juli erkrankte ein 33jähriger Mann, Eigenthümer des italienischen Trabaccolo „Giacomo“, Mittags 12 Uhr an Bord seines Schiffes an Cholera und starb im Lazaretto am 8. Juli nach 7 Uhr Abends. Das Fahrzeug, mit Gerste geladen, war am 24. Juni von Trani nach einer Reise von 9 Tagen in Malta angekommen. Man sagt, die Schwester dieses Mannes sei zu Trani an Cholera gestorben, wenige Tage vor seiner Abreise.

Am 10. Juli ereignete sich ein anderer (vierter) Cholerafall im

Lazaretto an einem Knaben von 6 Jahren, welcher mit 28 andern Personen gleichfalls von Susa gekommen war (am 22. Juni, also 18 Tage vor dem Anfall). Auch diese Passagiere waren seit ihrer Landung denselben sanitarischen Maassregeln unterworfen, wie die übrigen.

Während diese Cholerafälle im Lazaretto vorkamen, ereigneten sich einige auch schon auf dem Lande. Der erste war da in Casal Gargur am 5. Juli an einem 45 Jahre alten Manne, welcher mit zwei andern Personen von Valletta nach dem Lazaretto geschickt worden war, um dort in der Quarantäne Rindvieh zu warten, welches am 13. Juni von Tunis gekommen war. Der Mann wurde am 4. Juli zu freier Praktik zugelassen und trieb früh morgens das Vieh zu Land nach Corradino, wo er bei seiner Ankunft eine grosse Menge frisches Wasser trank und etwas Fisch ass. Er gestand, dass er an einer leichten Diarrhöe litt, als er das Lazaretto verliess.

Am 9. Juli erkrankte eine Frau von 30 Jahren in Casal Curmi an Cholera.

Am 11. Juli wurde eine Frau, 36 Jahre alt, in Casal Gargur von schweren Cholerasymptomen ergriffen. Sie hatte einen Tag vorher ein Kind verloren unter verdächtigen Cholerasymptomen.

Am 12. Juli endlich erkrankte ein Mann von 75 Jahren in Casal Zebbug heftig an Cholera. Die letzten vier Fälle gingen sämmtlich in Genesung über, scheinen daher nur schwache Infektionen gewesen zu sein, mit vielleicht von Tunis oder Italien in verhältnissmässig geringer Menge importirtem Stoffe.

Der durch den Verkehr verbreitbare Cholerakeim wurde im Jahre 1867 gewiss nicht weniger von Tunis und Italien aus, als im Jahre 1865 von Alexandria aus auf der Insel umhergetragen; er fand aber — wie es scheint — fast nirgends gedeihlichen Boden, nirgends eine hinreichende Menge von dem hypothetischen *y*, welches Ort und Zeit dazu liefern müssen, um Epidemien hervorzurufen.

Nach gewöhnlichen Ansichten könnte man sich die so geringe Empfänglichkeit von Malta im Jahre 1867 daraus erklären, dass erst 1865 eine Epidemie vorausgegangen war, dass die Bevölkerung — wie man sagt — durchseucht war, ihr daher die individuelle Disposition mangelte, oder dass der eingeschleppte Keim von 1867 an und für sich schon wenig Lebenskraft besessen hätte. Es sollte

übrigens noch spät im Jahre auf Malta ein Ereigniss eintreten, welches schlagend zeigt, dass weder das Mitmachen der Epidemie von 1865 einen Schutz gegen zahlreiche Choleraanfälle im Jahre 1867 gewährte, dass weder den Personen die individuelle Disposition, noch dem Cholerakeime von 1867 die Lebensfähigkeit mangelte.

Im August und September kamen fast täglich einige Cholerafälle in den Städten und auf dem Lande vor, aber nach den mir vorliegenden Nachrichten erreichte die höchste Zahl der Fälle auf der ganzen Insel nur 10 an einem Tage, während im Jahre 1865 auf der Höhe der Epidemie am 12. August 71 Erkrankungen angemeldet wurden. Die Zahl der Fälle hatte sich diesmal überhaupt erst im August etwas zu vermehren angefangen, nachdem vom 11. Juli bis Ende des Monats fast kein Fall mehr vorgekommen war. In Valletta kamen gegen Ende September selbst so vereinzelte Fälle nur mehr selten und in Zwischenräumen von mehreren Tagen vor, da erfolgte zuletzt ein fürchterlicher Ausbruch in dem Dominikanerkloster mitten in Valletta, Strada S. Domenico, wo binnen 4 Tagen von 26 Bewohnern des Hauses 10 der Cholera zum Opfer fielen.

Am 25. September starb in diesem Kloster der Pfarrer Pater Pace an einer Leberkrankheit, die in den letzten Tagen von sehr copiosen, übelriechenden Darmentleerungen begleitet war. Am 27. September erkrankte Pater Carabot an einer leichten Diarrhöe, die sich aber bis Abends 7 Uhr zur ausgebildeten Cholera steigerte, welcher der Kranke am Morgen des kommenden Tages erlag. Dieser Fall überraschte um so mehr, als gerade dieser Herr mit grosser Sorgfalt allen Umgang mit denjenigen seiner Brüder vermieden hatte, welche ihr geistlicher Beruf zu Kranken und Sterbenden in der Stadt führte.

Acht Stunden nach diesem ersten Fall wurde Pater Geraci von derselben Krankheit befallen, und auch er starb nach 18 Stunden.

In der Nacht vom 27. auf den 28. September erkrankte der Pater Tonna an Diarrhöe, welche bald in Cholera überging und seinem Leben am 29. Sept. Mittags ein Ende machte.

Am selben Tage, am 28., erkrankte der Sacristan Carmelo Casha plötzlich, und starb nach wenigen Stunden.

Fast gleichzeitig mit ihm erkrankte Pater Sammut und starb den folgenden Tag Morgens 5 Uhr.

Am gleichen Tage, am 28., sechs Stunden nach den beiden vorausgehenden Fällen, erkrankte der Provincial des Klosters, Pater Giuseppe Attard, der aus Furcht das Kloster verlassen und sich in das Haus seiner Verwandten begeben hatte, wo die charakteristischen Zeichen der Krankheit sich bald bei ihm einstellten und er starb nach 22 Stunden.

Zur selben Zeit erkrankte der Laienbruder Fra Lorenzo, der in das Centralspital gebracht dort nach 6 Tagen an Choleratyphus starb.

In der Nacht des 29. Septembers zeigten sich die Symptome der Krankheit, deren Ausbruch Tags vorher eine leichte Diarrhöe vorausgegangen war, bei Pater They, welcher nach 24 Stunden starb.

Pater Camilleri verliess am 28. das Kloster in Valletta, augenscheinlich in bester Gesundheit und suchte Zuflucht in dem Dominikanerkloster in Vittoriosa, wurde aber dort auch von der Cholera befallen und starb nach 20 Stunden.

Ein junger Mensch von 13 Jahren, ein Neffe des Pater Tonna, welcher während der Tageszeit sich immer bei seinem Onkel aufhielt und auch bei dessen Erkrankung nicht von seiner Seite gewichen war, verliess das Kloster nach seines Onkels Tod mit den Vorläufersymptomen der Krankheit und begab sich in das Haus seiner Eltern, wo er nach 26 Stunden an Cholera starb.

Die andern überlebenden Mönche verliessen das Kloster am 28. und 29. September und hatten es zur Zeit meiner Anwesenheit in Malta auch noch nicht wieder bezogen.

Dr. Schembri, Rektor der Universität, hatte die grosse Güte, mich dahin zu bringen und mir alle Räume öffnen zu lassen. Dr. Schembri war seinerzeit der Vorsitzende einer ärztlichen Commission, welche die Regierung unmittelbar nach diesem schauderhaften Ausbruch aus ihm und den Doctoren Galea, Pisani und Borg zusammensetzte und mit der Untersuchung beauftragte. Die Commission hat ihren Bericht in Malta Times vom 28. Nov. 1867 veröffentlicht, welchem von Dr. Ghio noch einige Bemerkungen beigefügt sind. Ich werde etwas später auf das Ergebniss der Untersuchung zu sprechen kommen.

Ueberblickt man die Thatsachen der Verbreitung der Cholera im Jahre 1867, so sieht man einen gewaltigen Unterschied gegenüber dem Jahre 1865 und manches lehrreiche scheint mir daraus hervorzugehen. Man sieht, wie verschieden schnell und weit, die Einschleppung des specifischen Keimes von aussen auch vorausgesetzt, sich die Krankheit in verschiedenen Jahren, in verschiedenen Localitäten verbreitet. Der Unterschied ist ein so gewaltiger, dass viel dazu gehören würde, sich mit der Ansicht zu begnügen und zu beruhigen, dass die Verbreitung durch den menschlichen Verkehr allein entscheidend sei, dass alle übrigen Verhältnisse nur eine untergeordnete Rolle spielen. Aus den Thatsachen geht die Nothwendigkeit anderer Ursachen, die sowohl in der Oertlichkeit und in der Zeit, als in den Personen liegen müssen, so klar hervor, dass ein Mann von der Erfahrung und Einsicht eines Sutherland sogar zu der Ansicht sich noch hinneigen kann, dass die Cholera im Jahre 1865 auf Malta ausgebrochen wäre, wenn die Insel auch keinen Verkehr mit Alexandria oder andern Orten unterhalten hätte, wo die Cholera bereits herrschte, dass sie sich aus den örtlichen, zeitlichen und persönlichen Verhältnissen ohne Einschleppung eines specifischen Keimes von aussen entwickelt, dass sie eben der genius epidemicus mit sich gebracht hätte.

Die Geschichte der Cholera auf Malta scheint mir aber zugleich den allerschlagendsten Beweis zu liefern, dass jedenfalls auch der Verkehr mit inficirten Orten dem zeitweisen Entstehen von Choleraepidemien vorausgehen muss, wenn auch örtliche, zeitliche und persönliche Verhältnisse dazu noch ebenso nothwendig gehören. Die Verhältnisse, welche gerade auf diese Frage eine entscheidende Antwort geben lassen, liegen in der Malteser Inselgruppe so günstig, wie vielleicht nirgend mehr in der ganzen Welt. Die beiden Inseln Malta und Gozo werden seit 1837 zeitweise von Cholera heimgesucht, beide haben ganz gleiche Bodenbeschaffenheit, beide sind gleich empfänglich für Cholera, wie der Verlauf aller Epidemien gezeigt hat (im Jahre 1865 starben von der Bevölkerung von Malta 12, von der von Gozo 16 pro mille; man kann also jedenfalls nicht sagen, dass Gozo eine geringere Empfänglichkeit für Cholera habe als Malta); beide Inseln liegen im selben Meere ge-

trennt, aber hart aneinander, haben daher trotz ihrer Isolirung dasselbe Klima, dieselbe Bevölkerung, gleiche Sitten und Gewohnheiten und es lässt sich gewiss mit aller Bestimmtheit annehmen, dass die örtlichen, zeitlichen und persönlichen Bedingungen, welche etwa ausser dem specifischen Keime noch zu Choleraepidemien gehören, und aus denen die Cholera autochthon entstehen könnte, auf beiden Inseln gleich und gleichzeitig sind. Sie unterscheiden sich nur dadurch, dass Gozo keinen directen Verkehr mit der übrigen Welt hat, sondern nur indirect durch Malta, welches die schönsten Häfen besitzt, während Gozo nicht einen einzigen. (S. Taf. V.) Bei der Gleichheit der Lage, des Bodens und des Klimas und aller übrigen Verhältnisse hätte die Cholera, wenn zu ihrem Entstehen der Verkehr mit inficirten Gegenden nicht nothwendig wäre, wenn sie auch autochthon entstehen oder durch die Luft verbreitet würde, gewiss schon hie und da auf Malta und Gozo gleichzeitig auftreten müssen, oder hie und da auf Gozo sogar noch etwas früher als auf Malta. Aber noch nie ist das der Fall gewesen, immer trat die Cholera auf Gozo erst ziemliche Zeit später auf, wenn sie in Malta ausgebrochen war. Im Jahre 1837, wo die Cholera das erstemal die Inseln heimsuchte, war der erste Fall in Malta am 26. Mai, zu Gozo am 5. Juli. 1850 war der erste Fall in Malta am 9. Juni, der erste in Gozo am 28. August. 1854 kam der erste Cholerafall in Gozo erst am 13. August vor, nachdem die Krankheit schon wochenlang in Malta sich gezeigt hatte; der erste Kranke in Gozo kam schon mit den Symptomen der Cholera von Malta an; am 19. August ereignete sich der erste Fall an einer Person, die nicht in Malta gewesen war. Auch im Jahre 1856 war der erste Fall auf Gozo eine Person, welche schon cholerakrank von Malta gekommen war. 1865 war der erste Fall in Malta am 20. Juni, in Gozo am 21. Juli. Nicht selten liegen also mehrere Wochen zwischen dem ersten Falle auf Malta und dem auf Gozo; nicht weniger als zwischen dem Ausbruch der Krankheit in Alexandria und in Malta. Im Jahre 1865 ereignete sich der erste Fall in Alexandria am 2. Juni, der erste in Malta am 20. Juni.

Ebenso wie in Malta beginnt die Cholera auch in Gozo, nicht immer mit einem eingewanderten Kranken, sondern auch mit Leuten

welche die Insel nie verlassen und nirgend mit Cholerakranken zuvor verkehrt hatten. Der Verkehr kann natürlich den Choleraheim in eben dieser stillen Weise, ebenso unbemerkt von Malta nach Gozo bringen, wie er ihn 1865 von Alexandria nach Malta gebracht hat; denn der Verkehr zwischen den beiden Schwesterinseln auf kleinen Booten ist ein sehr vielfacher, täglicher. Nach einer Angabe des Polizeiinspektors von Gozo fuhren vom 1. Juni bis 21. Juli 1865, dem Tag des ersten Cholerafalles auf Gozo, 357 Boote mit 1275 Personen hin und her, wonach auf den Tag 7 Boote mit 25 Personen kommen. Dass im Jahre 1865 der erste Kranke in Xeuchia auf Gozo ein von Malta gekommener junger Mann war, wäre nach den genauen Untersuchungen von Sutherland für den Ausbruch der Epidemie nicht entscheidend gewesen, denn nur 3 Tage später erfolgte der zweite Fall, fern und ganz unabhängig vom ersten, an einer Person, die weder in Malta gewesen war, noch mit irgend einem Cholerakranken verkehrt hatte.[1]) Genau so verhielt es sich in Rabato, wo das Civilspital von Gozo ist, und wohin mehrere Kranke aus Xeuchia gebracht wurden, von denen Rabato inficirt worden sein soll, wo der erste Fall am 3. August vorkam; aber gerade die ersten Fälle von Rabato hatten nicht den mindesten Zusammenhang mit dem Spital oder den Kranken darin.

So überzeugt man nun sein darf, dass auch auf Malta und Gozo der Cholerakeim nicht endemisch sich zu entwickeln vermag, sondern nach Ablauf einer Epidemie immer wieder von wo anders her eingeschleppt werden muss, ebenso überzeugt darf man sein, dass die Verbreitung des Cholerakeims sich nicht nothwendig oder ausschliesslich an die Personen knüpft, welche an Symptomen der Krankheit leiden. Man muss endlich aufhören zu glauben, wesentlich der Organismus der Cholerakranken erzeuge oder reproducire einen Infektionsstoff. Ich halte es desshalb für so wichtig, dass diese Ansicht falle, weil sie uns hindert, einen andern und damit endlich auch den rechten Weg zu betreten, auf dem die Forschung vorwärts schreiten kann. Die Ansicht, welche den menschlichen Körper nicht bloss zum Schauplatze, sondern auch zum Keimboden des

1) l. c. p. 63.

Cholerainfektionsstoffes macht, führt auch in Malta zu nichts, als zu unerklärlichen Thatsachen, welche den Contagionisten noch viel weniger zu beseitigen gelingt, als eine Wand, gegen die man mit dem Kopfe rennt. Wie lässt sich von dem gewöhnlichen contagionistischen Standpunkt aus das erste Auftreten und die Ausbreitung der Epidemie im Jahre 1865 und dann die enge Begränzung 1867 erklären. Im ersten Jahre erscheinen die ersten Cholerafälle auf der Insel zu einer Zeit, wo noch kein einziger Cholerafall von aussen gekommen war, und doch breitet sich die Epidemie rasch und heftig über die ganze Insel aus. Im Jahre 1867 dagegen werden die ersteren Fälle mit aller Sicherheit als solche constatirt, welche von auswärtigen Infektionsheerden, aus Tunis und Italien eingeschleppt waren, die Epidemie kann aber nirgend festen Fuss fassen, mit Ausnahme einzelner Lokalitäten, z. B. des Dominikanerklosters in Valletta; da aber sterben binnen weniger Tage mehr als der dritte Theil aller Bewohner. Von diesem ausgesuchten Giftherde aus wurde die Krankheit wieder viermal durch daran Leidende verschleppt: durch den Provincial Pater Giuseppe Attard in das Haus seiner Verwandten in Valletta, durch Pater Camilleri in ein anderes Kloster in Vittoriosa, durch Fra Lorenzo ins Centralspital, und endlich durch den Neffen des Pater Tonna in ein anderes Haus in Valletta; sämmtliche 4 Opfer des Infektionsstoffes lagen krank und starben an vier verschiedenen Stellen der Stadt, umgeben von pflegenden und trauernden Menschen — und nirgend folgte ihnen auch nur eine Diarrhöe nach. Die Ausleerungen wurden nirgend desinficirt, was überhaupt bei den Epidemien in Malta noch nie geschehen ist. — Wie kann der Cholerakeim im Jahre 1865 so üppig und 1867 so kärglich fortwuchern? Malta muss 1865 von dem Etwas, das der Cholerakeim zu einer epidemischen Entwicklung braucht, viel mehr enthalten haben, als 1867, und 1867 muss hinwiederum ausnahmsweise das Dominikanerkloster in Valletta unverhältnissmässig mehr als andere Theile der Stadt und als das Dominikanerkloster in Vittoriosa davon enthalten haben. —

Unter solchen Umständen ist nur mehr die Frage gestattet, ob dieses bedingende Etwas mehr in der Lokalität oder in den Personen, welche sie bewohnen, vorhanden sein muss, um dem impor-

tirten Cholerakeim zur Nahrung und Vermehrung zu dienen? Vorläufig hätte es keine grosse Bedeutung für den Gang und die Richtung der Forschung, wenn man auch noch gar keine Anhaltspunkte hätte, ob die zeitliche Disposition für Cholera zunächst in der Lokalität, oder in den Individuen zu suchen wäre. Wenn dieses Etwas, was ich *y* genannt habe, auch in den Menschen zunächst liegen würde, um den Cholerakeim *x* epidemisch wirksam zu machen, so kann es diesen doch nur von der Lokalität zeitweise mitgetheilt sein, und wir hätten unter allen Umständen zunächst unser Augenmerk auf die Lokalität zu richten, zu erforschen, was die Lokalität zeitweise hervorbringt, zeitweise nicht.

Wenn wir den Allgemein-Begriff Lokalität wieder in Theile zerlegen, z. B. Haus, Luft, Wasser, Boden, so werden wir in Malta wie anderwärts bei einer näheren Untersuchung immer auf den Boden verwiesen, von dem in letzter Instanz dieses *y* herkommen muss, wenn es sich auch im Haus, in der Luft des Hauses oder im Wasser finden und verbreiten sollte.

In Malta ist namentlich die Trinkwasserhypothese gar keiner Anwendung fähig. Gerade der allererste Infektionsheerd von 1865, das Gebäude *a* im Pestspital, wo die Artilleristenfamilien wohnten, erfreute sich eines so reinen Trinkwassers, wie man es nur wünschen kann. Die Wasserleitung von Vignacourt, ebenso die Fauaraleitung und die Leitung von Rabat in Gozo liefern ein Wasser, welches ganz auffallend frei von organischen Substanzen ist, (nur 3 bis 7 Milligramm im Liter, während man bei uns 50 Milligramm noch für ein reines Wasser gestattet). Es kann nur verunreinigt werden in den Cysternen, in die es geleitet und in denen es länger aufbewahrt wird, welche allerdings verschiedenen Verunreinigungen von aussen zugänglich sind. Es liess sich aber keine Thatsache ermitteln[1]), welche gestattete, das Trinkwasser von Malta zu beschuldigen. Interessant ist, dass bei dem fürchterlichen Ausbruch 1867 im Dominikanerkloster das Trinkwasser unmöglich als betheiligt angesehen werden kann. Der Commissionsbericht von Dr. Schembri sagt hierüber: „Während des vergangenen Sommers war Wasser

1) S. Sutherland l. c. p. 36 und 37.

im Kloster sehr rar und schon seit längerer Zeit gab es gar keines mehr." Man musste das Wasser aus der Nachbarschaft holen, die von Cholera frei geblieben ist.

Ebensowenig kann man die baulichen Einrichtungen für das so verschiedene Verhalten der Cholera an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten verantwortlich machen, die ja immer unverändert bleiben, nicht mit den Epidemien kommen und gehen. Das zeigt schon das erste Auftreten im Pestspital 1865 recht deutlich, wo das Gebäude *a*, in dem die Familien der Artilleristen wohnten und die Cholera so arg hauste, genau so gebaut und eingerichtet ist, wie das Gebäude *b*, in welchem die Soldatenfamilien vom 2. Bataillon des 8. Infanterie-Regiments untergebracht waren, die von Cholera frei geblieben sind. In beiden Gebäuden dieselben übelriechenden Abtritte und Gruben und schlecht gespülten Abzugskanäle und tadelloses Trinkwasser!

Die hygienischen Verhältnisse im Dominikanerkloster sind allerdings höchst mangelhaft. Das Kloster leidet in hohem Grade an stagnirender Luft. Es liegt neben einer Kirche zwischen zwei Strassen (S. Domenico und S. Nicola) eingeschlossen. Ein Theil der Zellen sieht in die Strada S. Domenico. Wenn man in Strada Domenico eintritt, führt ein Corridor auch noch 20 Stufen tiefer hinab zu Zellen, die ihr Licht theils von der Strasse S. Nicola, theils aus einem kleinen Lichthofe (Garten genannt) haben. Dieser ist durch einen Corridor mit einem zweiten noch engeren Hofe verbunden, der an die Kirche stösst. In diesen Corridoren und Höfen befinden sich die Abtritte, welche mit Kanälen auf der Strasse in Verbindung stehen. Ausserdem finden sich Abtritte in vielen Schlafzellen, Sitz und Fallröhre aus dem porösen Malteser Stein gemacht und mit einem hölzernen Deckel verschlossen. Die Patres früherer Zeiten scheinen das, was die gegenwärtigen Beherrscher der Insel „nuisance" nennen, für einen nicht zu verachtenden Comfort gehalten zu haben. Ausser all' diesen Uebelständen, die für sich schon hinreichend wären, um ein Haus zu verpesten und ungesund zu machen, hat der Grund und Boden unter der Kirche, deren Gruftgewölbe sich in den kleinen Hof öffnet, welcher einem Theil der Corridore und des Hauses sparsam Luft und Licht

zu geben hat, noch eine eigenthümliche Bestimmung, die auch nichts zur Salubrität des Hauses beizutragen vermag; der Boden der Kirche ist nämlich ein stark benützter Begräbnissplatz, der gleichsam von einer Kirche überwölbt und eingeschlossen ist. Viele Gläubige wünschen im Tode in San Domenico zu ruhen. Die ganze Grundfläche der Kirche ist nur ein überwölbter Leichenacker. Der Commissionsbericht sagt hierüber: „Die Gräber sind in angeschwemmtem Boden gegraben, der weich, leicht, porös, einsaugend und beständig feucht ist. Sie sind mit Malteser Steinplatten belegt. Die Oberfläche ist mit Schmutz überzogen, der in der Feuchtigkeit versulzt. Auf einer Fläche von etwa 1400 Quadratmetern sind 280 Gräber. Während der letzten 12 Monate wurden hier 131 Leichen beerdigt; im vorausgehenden Jahre betrug die Zahl 165.“ Man sieht, welch kurzer Verwesungsturnus hier vorausgesetzt werden muss.

Niemand wird sich wundern, wenn in einem solchen Hause die Cholera einkehrt und darin eine schreckliche Ernte hält; aber darüber muss man sich wundern, dass dieses Kloster bei der heftigen Epidemie von 1865 und auch früher ganz verschont geblieben ist, wo alle die genannten Uebelstände schon ebenso vorhanden waren, wo die Mönche zu ungleich mehr Kranken und Sterbenden gerufen wurden, um sie Beichte zu hören und ihnen die Sterbsakramente zu reichen, wo der Cholerakeim jedenfalls in viel grösserer Menge auch in's Kloster getragen worden war, aber ohne sich zu entwickeln. Dr. Ghio bemerkt, dass die Cholera 1837, 1850, 1854, 1855, 1856 und 1865 in Valletta war, ohne dass in diesem Kloster ein einziger Fall vorkam. Er macht bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam, dass dieser Fall in Valletta durchaus nicht vereinzelt dasteht, dass nicht selten gerade die schlechtesten und überfülltesten Häuser — namentlich in dem tiefsten Stadttheil, wo die ärmste Bevölkerung in Miethhäusern (case di fittajuoli) zusammengedrängt wohnt, im Manderaggio, oft ebenso wie das reiche Kloster der Dominikanermönche verschont geblieben sind. Ich komme auf den Manderaggio, der seinerzeit immer der Hauptherd der Pestepidemien war, und auf sein Verhalten zur Cholera gleich zu sprechen.

Sutherland huldiget in seinem Berichte nach meiner Ansicht

etwas zu summarisch dem in England bereits volksthümlich gewordenen Glauben vom Einfluss von Unreinlichkeit und Ueberfüllung auf das Vorkommen der Cholera, nuisance and overcrowding — cholera; no nuisance, no overcrowding — no cholera. Dr. Ghio bringt in seinem Berichte eine Anzahl von Belegen, dass diese Regel, deren Richtigkeit im Allgemeinen auch ich anerkenne, gerade in Malta und Gozo die auffallendsten Ausnahmen erleidet; Dr. Ghio brachte mich persönlich an viele solche Orte. In dem Miethhause Nr. 201 Strada St. Ursula in Valletta kam im Jahre 1865 nur ein tödtlicher Fall vor, obschon das Haus von 113 Personen bewohnt war und in seinen hygienischen Verhältnissen zu den schlechtesten Häusern in Valletta gehört, während in einem andern solchen Miethhause Nr. 63 Strada S. Patrizio, welches neu gebaut, besser ventilirt und mit einem mit Klappen versehenen Abtritt für jedes Stockwerk ausgerüstet war, sechs Todesfälle vorkamen, obschon das Haus weit weniger überfüllt war.

Der unheimlichste Stadttheil von Valletta ist unstreitig der Manderaggio, in dessen Strassen oder besser Gänge selten ein Sonnenstrahl dringt. Sutherland beschreibt ihn folgendermaassen: „Der Manderaggio liegt an der Stelle, wo einst der innere Hafen von Valletta war und ist so zu sagen eingebettet zwischen höhern Häusern. Es ist der engste, unregelmässigst gebaute Distrikt, den man nur finden kann. Da gibt es keine Strassen, sondern nur enge gewundene Gänge zwischen hohen Häusern und der Ort schwärmt buchstäblich von Menschen. Bei jeder Wendung gelangt man in eine Sackgasse und die Luft ist immer stagnirend. Der Manderaggio hat eine ihm ganz eigenthümliche Bevölkerung und war früher ein sehr unsicherer Ort, um hineinzugehen. Die Häuser darin sind von der allerelendesten Art und ganz unverbesserlich. Sie bestehen aus einer Reihe von Stockwerken, die man auf schmalen Stiegen erreicht, die Zimmer sind klein, finster und eckelhaft und der ganze Ort höchlich überfüllt. Es würde eine der grössten Verbesserungen für Valletta sein, alle Häuser niederzureissen, den Manderaggio bis zur Höhe seiner Umgebung aufzufüllen und ordentliche Häuser hinzubauen." Ich muss gestehen, dass Sutherland nicht mit zu grellen Farben gemalt hat. Man kann in den Man-

deraggio nur wie in einen Keller von allen Seiten stufenabwärts gelangen. Das erste Mal gerieth ich am hellen Tage, aber ganz allein hinein. Unter diesen Häusern, in dieser Finsterniss der Gänge, unter diesen Menschen kam auch mir der Gedanke, dass der Ort auch jetzt noch nicht recht sicher sein möchte und ich suchte mich wieder rasch zu entfernen, was mir aber nicht so leicht gelang, denn bald wusste ich nicht mehr, in welcher Richtung ich gekommen war. Fragen konnte ich nicht, da ich kein Wort Maltesisch verstand und die Bewohner des Manderaggio scheinen neben ihrem arabischen Mutterdialekte sich nicht viel mit dem Studium von Englisch und Italienisch zu befassen. Angesprochen und gefragt wurde ich sehr viel, aber ich weiss nicht, was man mir gesagt hat. Ich war froh, wieder an eine Treppe zu kommen, die strassenaufwärts führte, und als ich wieder in Strada San Giovanni stand, athmete ich um vieles leichter.

Dieser Manderaggio ist von mehr als 1700 Menschen vollgepfropft, und doch zählte er während der Epidemie des Jahres 1865 nur 20 Choleratodesfälle. Er hat 43 solche Miethhäuser (Case di fittajuoli); nur in 5 kamen Cholerafälle vor und die Anzahl der Todesfälle betrug in allen nur 6 [1]).

Während der Cholera des Jahres 1854, welche in einigen hochgelegenen Theilen von Valletta (Porta Reale, upper Barracca) selbst in ganz rein gehaltenen schönen Häusern heftig auftrat, blieb der Manderaggio ganz frei, während ihn die Krankheit 1865 heimsuchte, nachdem doch inzwischen viel für seine Säuberung geschehen war.

Es haben sich auf Malta noch viele Belege dafür ergeben, dass gerade oft sehr tief liegende, schmutzige Orte der Cholera nicht am günstigsten sind. „Casal Curmi ist eines der grössten Dörfer auf Malta, und liegt in einem Thale auf sumpfigem Boden etwa $^1/_4$ Stunde vom Ende des grossen Hafens. Es ist dicht bevölkert (6000 Einwohner). Die Strassen sind eng, gewunden und schmutzig. Die Häuser in den Hauptstrassen haben Abzüge, da diese Strassen kanalisirt sind. Viele Häuser haben Abtritte über

1) S. Ghio p. 34.

Schwindgruben, aber die Abtritte sind ohne Verschluss. Das Wasser ist mehr oder weniger brackisch. In diesem Dorfe werden die meisten Schweine gezüchtet, nicht nur in den Höfen in Mitte des Dorfes, von denen sich ein auf weite Entfernungen merkbarer Gestank verbreitet, sondern auch in den Wohnhäusern, in welchen neben Maulthieren, Kaninchen und Hühnern ein bis drei und mehr Schweine im Hofe oder in einem Anbau in der nächsten Nähe der Schlafzimmer sich finden.“ Und doch war 1865 die Mortalität in Curmi nicht grösser (15 pro mille) als in dem viel höher und günstiger gelegenen Birchirchara (16 pro mille), ja gerade der allertiefste, allerschmutzigste und am meisten bevölkerte Theil von Curmi, Naggiàr genannt, blieb ganz verschont.

Ich will die Thatsachen, dass gerade die besonders tief liegenden und feuchten Oertlichkeiten in Malta oft so geringe Empfänglichkeit für Cholera zeigen, nicht noch mehren; es dürften die angeführten schon genügen, darauf aufmerksam zu machen, dass diese für den ersten Anblick überraschende Erscheinung wahrscheinlich keinen andern Grund hat, als die Immunität von Lyon, oder die geringe Anzahl der Cholerafälle in Calcutta im August vor dem Ende der Regenzeit.

Wenn in dem Dominikanerkloster, wenn im Manderaggio von Valletta, wenn im Naggiàr von Curmi die Cholera oft in so auffallender Weise nicht Fuss fassen kann, so darf man desshalb nicht den Schluss ziehen, als trügen Unreinlichkeit in Haus und Hof, Feuchtigkeit, schlechte Abtritte und Senkgruben, Armuth und schlechte Lebensweise der Bevölkerung zur Häufigkeit der Choleraerkrankungen nichts bei; man würde durch eine solche Ansicht sich nur mit tausendfach constatirten Thatsachen in Widerspruch setzen: sondern wir müssen daraus nur schliessen, dass diese Uebelstände für sich auch in Verbindung mit dem specifischen Cholerakeim noch keine Epidemie zu verursachen im Stande waren; dass in diesen Fällen eben noch andere wesentliche Bedingungen gemangelt haben, deren Gegenwart die genannten erst zu ihrer Geltung kommen lässt, wie z. B. der schreckliche Ausbruch im Dominikanerkloster deutlich gezeigt hat. Der Verlauf der Choleraepidemien auf Malta ist — wie mir scheint — ein sehr schwer wiegender Beleg zu jenem

alten Satze, dass die örtliche und zeitliche Frequenz der Cholerafälle wesentlich nicht bloss von dem specifischen, durch den Verkehr verbreitbaren Keim der Cholera und von zur Erkrankung disponirten Menschen, sondern ebenso wesentlich auch noch von einem bestimmten örtlichen Substrate abhängt, welches nicht überall und nicht immer zugegen ist, und welches ich einstweilen y genannt habe. Wenn wir also finden, dass gewisse Einflüsse das Vorkommen und die Häufigkeit von Cholerafällen begünstigen, so haben wir immer erst zu unterscheiden, ob und wie weit sie durch Begünstigung der Verbreitung des specifischen Keimes, durch Herstellung oder Vermehrung der individuellen Disposition, an Cholera zu erkranken, oder endlich auf das Entstehen und die Vermehrung des örtlichen und zeitlichen Substrates, von y wirken. Ich habe mich darüber erst vor kurzer Zeit weitläufig ausgesprochen.[1]) Was die englischen Hygienisten „nuisance" (Schädlichkeit) im Allgemeinen nennen, kann in dieser dreifachen Richtung der Cholera günstig sein, und es können daher auch nuisances in Menge vorhanden sein, ohne dass Cholerafälle entstehen, wenn die eine oder andere dieser drei Grundbedingungen fehlt: ein Irrthum ist es ganz gewiss, die Choleraanfälle aus solchen stets gleichmässig und von jeher vorhandenen Schädlichkeiten entstehen zu lassen. —

Dass der Verkehr der Menschen den Cholerakeim verbreitet, den wir einstweilen auch noch x nennen müssen, ist jetzt bereits den meisten eine unzweifelhafte Thatsache, so dass sie jede Kritik dieses Satzes schon für ganz überflüssig halten, und für dieses x wie für ein Dogma, nicht nur einen ganz unbedingten Glauben verlangen, sondern damit sogar das ganze Glaubensbekenntniss abschliessen möchten und andere unbekannte Grössen (y und z u. s. w.) gar nichts mehr gelten lassen wollen. Die Erfahrungen in Malta zeigen uns aber recht deutlich, wie wenig wir selbst noch von der Art und Weise der Verbreitung des fest geglaubten x wissen. — Es ist 1865 in's Pestspital nach Malta unter die dort untergebrachten Soldatenfamilien gekommen und kein Mensch weiss wie. Wir wissen nur, der Mensch verbreitet es, aber durchaus

1) Siehe Zeitschrift für Biologie Bd. V, S. 171.

nicht wie und wodurch, und wir wissen auch nicht, ob es der Mensch allein thut. Dass es der Wind nicht auf grössere Entfernungen verbreitet, dafür erblicke ich nebst anderen Thatsachen einen entscheidenden Beleg in Gozo, welches sonst immer viel gleichzeitiger mit Malta befallen werden müsste. Die Menschen bringen es gelegentlich in ihren Schiffen mit sich, und von da auf's Land, wo es darauf ankommt, ob sich das zu seinem Fortbestand und seiner Vermehrung nöthige y und disponirte Menschen finden. Die ersten Fälle in Malta im Jahre 1867 stimmen schlecht mit unseren gewöhnlichen Vorstellungen und geben viel zu denken. Sie betrafen Personen aus Tunis, wo die Cholera herrschte. Das Schiff, dem sie angehörten, hatte am 12. Juni Susa verlassen und kam ohne anzulanden am 16. Juni in Malta an, wo die Passagiere sofort in's Lazaretto gebracht und darin isolirt gehalten wurden. Am 5. Juli, also 19 Tage nach Ankunft in Malta und 23 Tage nach Abfahrt von Susa, die erste Erkrankung, Tags darauf die zweite, dann keine mehr unter den Passagieren dieses Schiffes. Der dritte Fall des Jahres 1867 im Lazaretto kam aus Italien, aus Trani, wo ein Mann mit seinem Schiffe am 15. Juni abging, am 24. Juni in Malta ankam und am 7. Juli an Cholera erkrankte, also gleichfalls am 23. Tage nach seiner Abfahrt von einem inficirten Orte. Soll man nun bei diesen drei ersten unzweifelhaften Cholerafällen ein so langes Incubationsstadium annehmen, oder soll man denken, diese Personen seien nicht in der Heimat inficirt worden, sondern erst auf ihren Schiffen, in denen vielleicht unreifer Infektionsstoff vom Lande mitgenommen wurde, der erst allmählig reifte; soll man also fragen, ob sie den Infektionsstoff schon in ihren Körpern mit aufs Schiff genommen, oder ob sie ihn vielleicht in ihren Kleidern oder sonstigen Effekten, oder irgendwie in ihrem Fahrzeug hatten und ihn erst später in sich aufnahmen. Das könnte man sich etwa bei dem dritten Falle alles ziemlich mit gleichem Rechte denken, nicht so beim ersten und zweiten, wo die Ueberfahrt viel kürzer dauerte, wo das Schiff nach Ankunft gleich verlassen wurde, wo Kleider und Wäsche mehrmals ins Wasser getaucht und gelüftet, Betten und sonstige Effekten mit Chlor geräuchert worden waren. In den beiden ersten Fällen wäre es uns wahrscheinlicher, dass sie schon in Susa inficirt aufs Schiff

gegangen, ähnlich wie in dem von Dr. Rutherford aus Gibraltar berichteten Falle, wo an Bord des „Renown“ auf der Fahrt nach dem Cap 14 Tage nach Abfahrt des Schiffes auf offener See die Cholera ausbrach? [1])

Was soll man gar zu dem ersten Falle ausserhalb des Lazaretto sagen, wo ein Malteser, der am 13. Juni in die Quarantäne geschickt wird, um dort eine Anzahl Rindvieh zu warten, welches aus Tunis angekommen war, gleichfalls am 5. Juli in Gargur an Cholera erkrankte, nachdem er am 4. Juli aus der Quarantäne für gesund entlassen worden war und seine Herde nach Corradino getrieben hatte? Dieser konnte doch jedenfalls erst in Malta durch das Rindvieh aus Tunis oder sonstwie inficirt worden sein. Darf man annehmen, dass das Rindvieh fertigen Infektionsstoff aus Tunis oder aus dem Schiffe, auf dem es transportirt wurde, mitgebracht habe? Haftete der Stoff an der Aussen- oder Innenseite der Thiere, in den Haaren oder im Kothe? an allen Thieren, oder nur an einzelnen? Vielleicht nur an solchen, welche bei der Einschiffung in Tunis als Analogon der beschmutzten Wäsche bei diarrhöekranken Menschen in den Haaren der Schenkel und der Bauchdecke Excremente sitzen hatten?

Im Lazaretto ereigneten sich 1867 die vier ersten Fälle vom 5. bis 10. Juli, ausserhalb des Lazaretto vom 5. bis 12. Juli, also gleichzeitig. Wer nicht schon an die contagiose Verbreitung glaubt, wird unbefangen fragen, ob denn nicht auch die von Tunis oder Trani gekommenen erst in Malta, vielleicht mit autochthon entstandenem Infektionsstoff inficirt worden sind?

Es ist ferner höchst auffallend, dass die vier Verschleppungen aus dem so stark inficirten Dominikanerkloster 1867 überall erfolglos blieben. Der Neffe des Pater Donna holte wohl für sich die Cholera im Kloster, konnte sie aber nicht ins Haus seiner Eltern verpflanzen, in dem er erkrankte und starb. Aehnlich ist es mit dem Provincial Pater Giuseppe Attard im Haus seiner Verwandten und mit Pater Camilleri im Kloster zu Vittoriosa ge-

---

1) Zeitschrift für Biologie Bd. IV, S. 435.

wesen. Bei allen hätte man erwarten mögen, dass jeder eine solche Menge fertigen, reifen Infektionsstoffes aus dem Kloster mitbringen müsste, um in den von ihnen ausgewählten Zufluchtsorten, selbst wenn diese frei von *y* waren, noch die eine oder andere Erkrankung hervorzurufen; vorausgesetzt, dass nicht alle Personen in diesen Häusern zufällig ohne jede individuelle Disposition gewesen wären, was doch sehr unwahrscheinlich ist. Man sieht also, selbst Cholerakranke bringen aus Herden, wo sie inficirt worden sind, nicht jederzeit und nicht nothwendig so viel fertigen Infektionsstoff mit, um an anderen Orten andere damit cholerakrank zu machen.

Mir scheint zweierlei daraus hervorzugehen, erstens, dass der Verkehr mit Choleraherden nicht nothwendig eine Verbreitung der Krankheit mit sich bringt; zweitens, dass wir von nun an sorgfältig darnach zu suchen haben, welches die Umstände sind, unter welchen die Cholera direkt verbreitet wird und unter welchen nicht. Erst wenn wir dafür einmal Anhaltspunkte haben, dürfen wir glauben, gegen die Verbreitung der Cholera mit einiger Aussicht auf Erfolg etwas unternehmen zu können. Namentlich so isolirte und doch stark besuchte Punkte, wie Malta, scheinen mir für diese praktisch so wichtigen Forschungen vorzugsweise geeignet und es würde gewiss lohnend sein, den Schiffsverkehr und die Quarantäne von Malta künftig so viel als möglich für diese ätiologischen Zwecke auszubeuten.

Die individuelle Disposition, die nicht weniger nothwendig zum Zustandekommen eines Cholerafalles ist, als der specifische Infektionsstoff *x* oder das zu dessen Erzeugung und Vermehrung nöthige *y*, ist gleichfalls noch eine sehr unbekannte Grösse, deren Werthe wir erst abzuleiten haben. Worin sie eigentlich besteht, ist auch in Malta noch nicht ausgemacht, aber sie tritt dort in den Altersklassen in charakteristischen Zügen hervor, die theilweise von dem abweichen, was man bei uns im Norden beobachtet. — Dr. Ghio gibt in seinem Berichte[1]) eine Zusammenstellung aller Fälle nach Altersklassen und mit Rücksicht auf die jüngste Volkszählung auch die relative Mortalität der einzelnen Altersklassen.

---

1) S. l. c. p. 28.

Alter	Zahl der lebenden Personen	Zahl der Choleratodesfälle	Von 1000 Lebenden starben
Unter 1 Jahre	3187	22	6.9
Von 1 bis 10 Jahre	26760	338	12.6
„ 10 „ 20 „	27581	166	6
„ 20 „ 30 „	19702	286	14
„ 30 „ 40 „	16080	211	13
„ 40 „ 50 „	16140	198	12.2
„ 50 „ 60 „	11621	205	17
„ 60 „ 70 „	7051	185	26
„ 70 „ 80 „	4245	170	40
„ 80 „ 90 „	1509	84	55
„ 90 „ 100 „	164	12	73

Die individuelle Disposition kommt in Malta ebenso wie bei uns am seltensten vom 10. bis 20. Jahre vor, aber fast ebenso selten im Alter unter 1 Jahre, was bei uns anders ist, wo die Kinder unter 1 Jahre bei Choleraepidemien zahlreich zu Grunde gehen. Das soll auf Malta während der Pest 1813 ebenso, wie bei der Cholera gewesen sein. Noch leben dort viele Personen, die von pestkranken Müttern gesäugt wurden. Dr. Ghio erklärt diese relative Immunität der Kinder unter 1 Jahre — wie mir scheint mit gutem Recht — aus dem Umstande, dass fast ohne Ausnahme alle durch die Mutter- oder Ammenbrust ernährt werden. Unter diesen Ernährungsverhältnissen scheint sich die individuelle Disposition im kindlichen Alter am schwierigsten herzustellen. Die Richtigkeit der Annahme vom Einfluss der Nahrung im ersten Lebensalter vorausgesetzt, wäre die Thatsache gewiss auch ein Beleg für die Wichtigkeit der Ernährung im Allgemeinen und der Schluss würde wohl nicht ungerechtfertigt sein, dass auch in allen übrigen Altersclassen der grosse Unterschied in der Sterblichkeit zwischen Wohlhabenden und Armen seinen Hauptgrund in dem Ernährungszustande des Körpers hat, worauf nicht bloss Essen und Trinken, sondern auch noch andere Dinge Einfluss haben. Dafür spräche auch die hohe Sterblichkeit (12.6) im ersten Decennium, in welches die Periode der Accommodation an verschiedene Nahrung und allerlei sonstige Einflüsse fällt. Im zweiten Decennium ist die geringste

Empfänglichkeit vorhanden, in dasselbe fällt die Periode der beginnenden und vollendeten Geschlechtsreife und des Hauptansatzes der Muskelmasse. Vom 20. bis 50. Jahre ist die Mortalität an Cholera wesentlich höher — aber die drei Decennien unterscheiden sich unter sich und von einander nur wenig, und zwischen dem 40. und 50. Jahre ist die individuelle Disposition für Cholera noch nicht grösser, als zwischen dem 1. und 10. Lebensjahre. Von da ab aber nimmt sie, von Decennium zu Decennium, beträchtlich zu und steigt von 17 auf 26, dann 40 und 55, bis sie zuletzt 73 pro mille erreicht. Es ist gewiss nicht zufällig, dass mit dieser Zeit der Zunahme der individuellen Disposition für Cholera die Zeit der fortlaufenden Abnahme der Gesammternährung des Organismus zusammenfällt.

Worin das wesentliche jenes Ernährungs- oder Körperzustandes liegt, welcher für die Erkrankung an Cholera am meisten disponirt, ist vorläufig nicht mit Bestimmtheit anzugeben, aber ich werde auch durch die Thatsachen auf Malta wieder lebhaft an die Ansicht erinnert, welche ich schon vor Jahren bei Gelegenheit meines Berichtes über die Choleraepidemie in Altenburg 1865 ausgesprochen habe[1]), nämlich dass das Wesen der individuellen Disposition für Cholera in einem vorübergehend oder andauernd über die Norm erhöhten Wassergehalt der Organe besteht; denn dieser Umstand tritt sowohl bei atrophischen Kindern, als auch bei atrophischen Greisen und allen mangelhaft und vorwaltend mit Brod ernährten Individuen in den Vordergrund. Zu dauernder oder vorübergehender Vermehrung des Wassergehalts der Organe tragen ausserdem noch viele Einflüsse bei, z. B. längerer Aufenthalt in eingeschlossener, stagnirender Luft, Ueberanstrengung, unterdrückte Perspiration, Erkältung, schlechte Kleidung, schlechte Betten u. s. w. Dieser Unterschied in der individuellen Disposition, entsprechend verschiedenen Ernährungszuständen des Körpers, scheint mir auch am ehesten im Stande zu sein, die oft so auffällige Begränzung der Choleraanfälle in einem Orte in gewissen Schichten der Bevölkerung zu erklären, deren sonstige Verhältnisse mit immunen Klassen gleich beschaffen sind.

---

1) S. Zeitschrift für Biologie Bd. II, S. 94 — ferner Bd. V S. 299.

Gewisse Ernährungs- und Körperzustände können sogar erblich sein, wie die tägliche Erfahrung ja tausendfach lehrt, und so könnte die Disposition zur Cholera ebenso wie die Disposition zur Tuberculose angeboren sein. Dr. Ghio führt uns aus der Epidemie des Jahres 1865 einen Fall an, der interessant genug ist, um hier mitgetheilt zu werden. In Nr. 94 Strada Reale, Valletta, lebte ein Mann von 29 Jahren mit seiner Frau, die er als Wittwe geheirathet und die ihm 3 Söhne und 1 Tochter in die Ehe gebracht hatte. Aus seiner Ehe waren ihm dann noch zwei Söhne entsprossen. Der Mann erkrankte am 16. Juli an Cholera und starb am 20. Seine Verwandten, welche in derselben Strasse Nr. 217 lebten, kamen, um bei der Krankenpflege zu helfen. Am 20. Morgens erkrankte bereits einer dieser Verwandten, der älteste Bruder, und am Abende desselben Tages einer der Söhne des zuerst Erkrankten. Am 21. wurde seine Mutter, am 22. seine Schwester und am 24. ein anderer Bruder von der Krankheit befallen und alle starben, während seine Frau und ihre drei Söhne und ihre Tochter aus erster Ehe, ebenso ihr wenige Monate alter Sohn aus ihrer zweiten Ehe ganz frei von der Krankheit blieben. Dr. Ghio ist geneigt, dieses merkwürdige Verhalten der Cholera in den beiden Familien auf Rechnung der individuellen Disposition zu schreiben.

Ich bin weit entfernt, eine solche einzelne Thatsache für beweisend zu halten, ich führe sie aber an, um darauf aufmerksam zu machen, wie viel interessante Fragen noch zu erforschen sind, und kann nicht umhin, auch gleich darauf aufmerksam zu machen, wie leicht solche frappante Thatsachen zu falschen Schlüssen führen könnten. Der Anschauung vom Einfluss der individuellen Disposition in diesem Falle liegt der Gedanke zu Grunde, der Vater in Nr. 94 Strada Reale sei der Ausgangspunkt für alle in seiner Verwandtschaft nachgefolgten Fälle gewesen, seine Verwandten in Nr. 217 hätten sich die Krankheit in Nr. 94 von ihm geholt, seien hier inficirt worden. Diese Ansicht ruht wieder lediglich auf der Thatsache, dass der Mann in Nr. 94 der erste Cholerafall in der Familie war, was aber gar nichts für den Ort und die Zeit der Infection beweist, da das Incubationsstadium bei verschiedenen Personen sehr verschieden lang dauert. Es wäre möglich, dass dieser

Mann später als sein ältester Bruder inficirt worden, aber früher erkrankt wäre, als dieser. Es wäre möglich, dass der Infektionsherd nicht im Hause Nr. 94, sondern im Hause Nr. 217 zu suchen wäre, wohin vielleicht der Mann mit seinem ältesten leiblichen Sohne, aber nicht seine Frau mit dem Säugling und auch nicht seine vier Stiefkinder öfter gekommen wären. Unter diesen Umständen wäre dieser frappante Fall nicht im mindesten ein Beleg für den Einfluss individueller, sondern rein örtlicher und zeitlicher Zustände.

Ich habe die Ueberzeugung gewonnen, dass wir in der Aetiologie der Cholera keine nennenswerthen Fortschritte machen werden, wenn wir nicht mit vollem Selbstbewusstsein und aller Sorgfalt alles, wovon wir einen thatsächlichen Einfluss wahrzunehmen glauben, nach diesen drei Richtungen hin untersuchen: 1) ob etwas zur Conservirung und Verbreitung des Cholerakeimes oder des Infektionsstoffes x von einem Orte zum andern beiträgt, oder 2) ob es die individuelle Disposition schafft oder erhöht, oder 3) ob es zur Bildung jenes örtlichen und zeitlichen Substrates y beiträgt, von welchem das Entstehen von Epidemien in einem Orte abhängig ist. — Es gibt sogenannte Schädlichkeiten, welche in mehreren Richtungen wirken können. Schlechte, unreinliche Wohnungen z. B. können sowohl die individuelle Disposition steigern, als sie auch durch schlechte Versorgung und Abfuhr der Excremente und sonstiger Abfälle des menschlichen Haushaltes den Boden verunreinigen und dadurch Material für die zeitweise Bildung von y in den Boden liefern können. Ich bin weit entfernt, die grossen Verdienste der englischen Hygienisten zu verkennen oder zu unterschätzen, welche in der Reinlichkeit in Häusern und Strassen, in guter Drainage, reichlicher Wasserversorgung u. s. w. gegen die Cholera einen Damm zu bauen versuchen, der auch nach meiner Ansicht thatsächlich schon einigen Schutz gewährt, aber man darf sich doch nicht verhehlen, dass damit für die Erkenntniss des Wesens der Krankheit noch sehr wenig gewonnen ist, und dass die praktischen Massregeln zuletzt doch immer nur auf unsere Kenntnisse von der Sache selbst sich stützen werden, die noch sehr unzureichend sind. Wenn die Menschen, welche in Häusern ohne nachweisbare Schädlich-

keiten wohnen, von Cholera frei bleiben, während die Armen in schlechten Hütten decimirt werden, so ist damit lange noch nicht ermittelt, wie weit das eine Frucht des Waterclosets, der guten Kanalisirung u. s. w. ist, und nicht vielmehr der besseren Ernährung und Kleidung oder gar der örtlichen Lage und der Natur des Untergrundes der Häuser.

Es ist Thatsache, dass das örtliche und zeitliche Substrat, welches der in einen Ort eingeschleppte Cholerakeim nöthig hat und vorfinden muss, um Epidemien zu verursachen, was ich einstweilen *y* genannt habe, von Boden- und Grundwasser-Verhältnissen abhängig ist. Diese meine Lehre wird von Vielen dahin missverstanden, als glaubte ich, die Porosität des Bodens und gewisse Veränderungen in seinem Wassergehalt seien schon *y* —, während ich beide nur für Theile der Bedingungen im Boden ansehe, unter denen sich *y* bildet, wenn ich sie auch für die einzigen halte, von denen allein wir vorläufig etwas wissen, und die allein wir vorläufig mit Beobachtungen verfolgen können, und die uns auf weitere mit *y* zusammenhängende Vorgänge im Boden und zuletzt auf *y* selbst leiten werden. In der wechselnden Durchfeuchtung des mit organischen und mineralischen Stoffen und Organismen versehenen porösen Bodens, in den Grundwasser-Verhältnissen glaube ich mit aller Bestimmtheit ein zeitliches Moment für die Entstehung von *y* gefunden zu haben[1]) und in den Grundwasser-Verhältnissen von Malta oder vielmehr in ihrer Mitwirkung zur Erzeugung von *y*, ist nach meiner Ansicht auch die Ursache zu suchen, warum die Cholera dort nur zu gewissen Zeiten, nur in gewissen Jahren und in andern nicht, oder in sehr geringem Grade auftritt.

Von dem zeitlichen Auftreten und der Ausdehnung der Cholera auf Malta und Gozo erhält man ein übersichtliches Bild, wenn man die Jahre zusammenstellt, in welchen sich überhaupt Fälle von asiatischer Cholera zeigten und dann die Zahl der Fälle berücksichtigt. Während meines Aufenthaltes in Valletta konnte ich darüber keine genaue Auskunft erhalten, und ist hierüber auch in den

1) S. meine Sätze über Ursprung und Verbreitung der Cholera. Zeitschrift für Biologie Bd. V S. 294.

Berichten von Sutherland und Ghio nichts angegeben, da die Regierung erst seit 1865 die Cholerafälle genau registrirt hat; aber Professor Pisani war so freundlich, nachträglich aus Zeitungen, Spitalberichten und anderen Quellen die nöthigen Daten zu sammeln und mir mitzutheilen. Hienach erschien, wie schon früher erwähnt, die Cholera das erstemal im Jahre 1837 auf den Inseln und es entwickelte sich die heftigste Epidemie, die Malta je gehabt hat, denn es erkrankten 8785 und starben 4252 Personen an Cholera. Die Epidemie begann Ende Mai und endigte mit October, welche Zeit auch von den folgenden Epidemien stets annähernd eingehalten wurde.

Das nächstemal erschien die Cholera im Herbste 1848, beschränkte sich aber wesentlich auf das Militär (namentlich in lower St. Elmo), wo auch noch im Winter und im Jahre 1849 Fälle beobachtet wurden, wie Dr. Ghio in seinem Berichte p. 16 angibt. Die Fälle unter der Civilbevölkerung waren äusserst wenige. Dr. Ghio erwähnt aus jener Zeit einer Hausepidemie in Senglea, einer Stadt am grossen Hafen Valletta gegenüber, deren Entstehen er auf den Verkehr eines der Einwohner mit den Soldaten im Lager von Floriana zurückzuführen sucht. — Dass zu dieser Zeit der Cholerakeim auf die Insel gebracht wurde, darf nicht Wunder nehmen, denn 1848/49 war die Cholera in Europa, und namentlich auch in England, sehr verbreitet; aber um so auffallender ist es, dass sie sich auf Malta nicht weiter zu verbreiten vermochte.

Eine Epidemie entwickelte sich erst wieder im Sommer 1850, wo bis November 2963 Personen an Cholera erkrankten, und 1620 starben. In diesem Jahre war die Krankheit wieder allgemein auf den Inseln verbreitet.

Höchst auffallend ist das Verhalten in den Jahren 1854 bis 1856, wo die Cholera nicht nur in Marseille und Gibraltar sowie in Sicilien und in London war, sondern auch unter den zahlreichen englischen Truppen in der Krim während des Krieges und wo Malta ein Knotenpunkt des Verkehrs der gegen Russland verbündeten Westmächte und ihrer Streitkräfte war. Es kamen während der ganzen Zeit nicht viel über 100 nicht eingeschleppte Fälle au

Malta und Gozo vor, während die Krankheit anderwärts so fürchterliche Verwüstungen anrichtete.

Als bemerkenswerthe Epidemie erschien die Cholera erst wieder 1865 auf Malta, wo 3109 Personen daran erkrankten und 1880 daran starben. Mit dieser Epidemie ist der Leser ohnehin im Detail bekannt.

Das letztemal erschien sie auf den Inseln 1867, worüber ich gleichfalls das wesentlichste bereits mitgetheilt habe, sie konnte sich aber fast ebensowenig, wie in den Jahren 1854—1856 ausbreiten.

Wir haben also in dem Zeitraum von 1837 bis jetzt eigentlich nur drei Choleraepidemien (1837, 1850 und 1865) auf Malta gehabt, während 1848, 1849, 1854, 1855, 1856 und 1857 unleugbar eingeschleppte und vereinzelte Fälle von indischer Cholera dort mehrfach vorgekommen sind, ohne zu eigentlichen Epidemien Veranlassung zu geben.

Ebenso auffallend ist, dass die Epidemien in Gibraltar, mit welcher Stadt die Insel Malta ununterbrochen und lebhaft verkehrt, nur ein einzigesmal mit einer Epidemie in Malta zusammengetroffen sind. Gibraltar hatte 1834, 1854, 1860 und 1865 Epidemien, nur die letzte war gleichzeitig mit einer Epidemie in Malta, eine für die Catagionisten schwer zu erklärende Thatsache.

Gehen wir nun auf das einzige einstweilen wahrscheinliche zeitliche Moment, auf die Grundwasserverhältnisse über. Grundwasserbeobachtungen liegen natürlich aus Malta nicht vor, die eigenthümlichen Bodenverhältnisse erschweren dort auch solche Beobachtungen in hohem Grade, da man den Stand des Wassers in den Cysternen von Valletta nicht wie den Stand des Wassers in den gegrabenen Brunnen von München als Maassstab für den Wechsel in der Durchfeuchtung des Bodens nehmen darf. Man hat für dort keinen andern Anhaltspunkt, als die monatlichen atmosphärischen Niederschläge, welche mir Dr. C. Vassallo, Bibliothekar der Universität, von 1848 bis 1868 mitgetheilt hat, und die ich in folgender Tabelle gebe:

Regenmenge in Malta

in engl. Zollen.

Beobachtet an dem Regenmesser der Universitäts-Bibliothek in Valletta von 1848 bis 1868.

Von Dr. C. Vassallo.

	Mittel	1848	1849	1850	1851	1852	1853	1854	1855	1856	1857	1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867	1868
Januar . . .	3·48	7·09	2·07	4·41	3·21	1·33	0·61	4·29	1·92	1·68	5·47	7·26	10·26	1·78	6·47	1·80	1·04	6·29	1·48	0·55	0·56	3·08
Februar . . .	2·16	3·60	0·35	1·16	7·21	1·71	5·39	2·14	—	0·41	1·76	2·60	3·89	2·90	—	1·07	3·00	2·15	1·73	2·02	0·09	0·48
März	1·51	1·15	2·95	1·16	0·72	2·47	1·62	3·67	3·25	3·31	1·21	0·55	2·20	2·24	0·46	1·16	3·76	0·14	0·05	0·45	0·72	5·83
April	1·16	0·19	1·23	1·49	2·10	2·88	—	0·44	4·25	0·92	1·12	0·20	0·62	0·43	0·30	4·22	1·90	0·65	0·03	0·02	0·29	2·04
Mai	0·39	0·13	1·27	—	0·85	0·28	—	0·61	—	0·07	1·49	—	0·55	0·36	0·37	0·89	0·13	0·38	—	0·40	—	
Juni	0·02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·14	0·11	—	0·05	—	—	—	—	—	0·10	—	
Juli	0·07	0·06	0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·20	0·05	—	—	—	—	—	—	—	
August . . .	0·10	—	0·38	—	—	0·28	—	0·63	—	—	—	0·26	0·27	—	—	—	—	—	—	—	1·08	
September .	0·95	2·22	0.69	1·62	2·46	—	0·65	0·66	—	—	1·17	0.50	0·36	—	1·50	—	1·94	0·38	3·58	—	1·30	
October . . .	2·58	0·31	4·49	1·57	3·27	0·53	1·30	1·83	0·20	9·33	2·17	2·15	—	2·67	7·10	1·72	2·70	3·99	1·99	3·20	1·03	
November .	3·81	2·87	5·83	1·55	1·86	0·11	5·08	2·36	2·31	6·58	3·19	5·14	12·81	3 06	2·45	5·27	5·18	2·77	2·48	2·23	3·01	
December .	3·82	3·77	2·79	6·55	1·05	1·98	4·32	4·84	1·01	0·32	4·38	12·59	8·51	2·74	1·69	1·74	5·96	3·93	4 62	0·39	3·16	

Leider fehlen mir die Beobachtungen für 1837 und die unmittelbar vorausgehenden und nachfolgenden Jahre.

Es dürfte zunächst von Interesse sein, die Regenverhältnisse von Gibraltar[1]) und Malta zu vergleichen. Beide Orte liegen fast unter demselben Breitegrade, Malta nur wenig südlicher (Gibraltar 36° 6′ 20″, Malta 35° 53′ 49″, mithin nur ein Unterschied von 12′ 31″). Die durchschnittliche Regenmenge in Gibraltar beträgt 32 engl. Zoll, in Malta nur 20 Zoll, und doch ist Malta viel besser mit Wasser versorgt, als Gibraltar, was sich durch die Grösse und Gefällsverhältnisse und durch die Bodenbeschaffenheit der Insel und der Halbinsel erklärt. Ueber den steilen und viel compacteren Felsen von Gibraltar stürzt das Wasser schneller zum Meere hinab, während der flache und höchst poröse Boden von Malta viel mehr aufzusaugen im Stande ist. Monatlich über 1 Zoll betragende Niederschläge gehen in Gibraltar durchschnittlich von September bis Juni, in Malta von October bis April. Der regenreichste Monat ist, in Gibraltar sehr überwiegend November, in Malta November und December, denen der Januar noch sehr nahe kommt.

Die Differenz zwischen Minimum und Maximum der Regenmenge ganzer Jahre ist in beiden Orten nicht proportional, in Gibraltar 13.6 und 75″, d. i. 100 : 551, in Malta 9.3 und 40.6″, d. i. 100 : 436.

Obwohl unter gleichen Breite-, aber verschiedenen Längegraden liegend, treffen nicht einmal die Maxima und Minima der Jahres-Regenmengen zeitlich zusammen. Die nassesten Jahre in Gibraltar seit 1848 sind 1855 und 1858, in Malta 1858 und 1859, die trockensten 1851 und 1867 in Gibraltar, und 1866, 1867 und 1852 in Malta u. s. w., so dass diese atmosphärischen Ereignisse ebenso wenig wie die Choleraepidemien an beiden Orten zeitlich zusammentreffen. Warum die Cholera 1834, wo sie in Gibraltar herrschte, nicht nach Malta kam, lässt sich nicht sagen, da für Malta für diese Zeit die Regenmengen nicht bekannt sind; aber warum die grosse Epidemie von Malta 1837 nicht nach Gibraltar verpflanzt wurde, davon glaube ich den Grund angeben zu können. Das Jahr 1837

1) Vergl. Zeitschrift für Biologie, Bd. VI S. 105 und 116.

hatte in Gibraltar nahezu eine mittlere Regenmenge (33.8''), aber voraus ging das Jahr 1836 mit der geringsten Regenmenge (13.7''), welche seit 1790 dort beobachtet worden ist; so dass Gibraltar im Jahre 1837 noch viel zu trocken war für eine Choleraepidemie, welche dort immer in sehr nasse, oder unmittelbar nach sehr nassen Jahren fällt.[1])

Viele Aerzte möchten geneigt sein, die Immunität von Gibraltar im Jahre 1837 auch vom Durchseuchtsein der Bevölkerung abzuleiten, welche erst 1834 eine Epidemie durchgemacht und desshalb die individuelle Disposition für eine Zeit lang erschöpft oder verloren hatte. — Wie es mit dieser Erklärung steht, haben wir bereits oben bei Besprechung der Cholerafälle von 1867 im Dominikanerkloster zu Valletta gesehen. Die Vorstellung vom Durchseuchtsein passt ebenso gut auf den Boden und auf den zeitweisen Ablauf gewisser Processe in ihm, als auf den Menschen selbst und seine individuelle Disposition, und wenn wir bei der Cholera überhaupt einmal einen vom Boden ausgehenden Einfluss annehmen müssen, wozu die Thatsachen jetzt doch ganz gewaltig drängen, so ist es viel einfacher und natürlicher, von dem Boden auch die Erscheinung abhängig zu denken, dass die Choleraepidemien in einem Orte intermittiren und nicht mehrere Jahre hintereinander mit gleicher Intensität sich wiederholen, gleichwie ein Acker nicht jedes Jahr die gleiche Frucht gleich gut hervorbringt, sondern Brache oder Fruchtwechsel verlangt. Es ist nicht undenkbar, dass die Bildung von y im Boden gewisse Vorbedingungen für eine Zeit lang erschöpft, deren Wiederherstellung unter verschiedenen örtlichen Umständen verschieden lange auf sich warten lässt, und welche durch keine der übrigen Bedingungen ersetzt werden können, wenn diese sonst auch alle gegeben wären. Selbst wo die Cholera endemisch ist, gedeiht sie nicht in jedem Jahre gleich gut, und gerade, weil es unter ein und demselben Himmelsstriche Orte gibt, wo die Cholera endemisch alle Jahre sich zeigt, und Orte, wo sie in sehr grossen Zwischenräumen oder selbst gar nie auftritt, darf man das zeitliche Erscheinen der Krankheit nicht von der individuellen Dis-

1) S. Zeitschrift für Biologie, Bd. VI S. 116.

position der Menschen abhängig denken, eine so grosse Rolle diese auch während des Verlaufes einer Choleraepidemie spielen mag. Wenn das Durchseuchtsein einer Bevölkerung, d. h. der Umstand eine Epidemie im Orte mitgemacht zu haben, für eine Zeit lang, z. B. für einige Jahre lang, die Bevölkerung unempfänglich machen würde, so könnte die Cholera nirgends endemisch vorkommen.

Von den Malteser Epidemien war die erste 1837 die heftigste; auch das könnte man mit Nicht-Durchseuchtsein der Bevölkerung zu erklären suchen. Man könnte sich denken: die Krankheit war damals neu, und die Disposition dafür noch nicht durch vorausgehende Epidemien erschöpft. In Gibraltar aber ist es gerade umgekehrt gewesen, da war die letzte Epidemie 1865 weitaus die heftigste. Dasselbe wiederholt sich an tausend anderen Orten. So starben z. B. beim ersten Auftreten der Cholera 1836 in München nur 1 Procent der Bevölkerung und im ganzen Königreiche nur 1231 Personen, im Jahre 1854 hingegen $2^1/_2$ Procent in München und im ganzen Lande 7404 Personen an Cholera, ohne dass man diese grossen Unterschiede aus persönlichem Durchseuchtsein, oder Nichtdurchseuchtsein erklären könnte. Man darf das Verhalten des menschlichen Organismus zu Masern, Scharlach u. s. w. nicht in unstatthafter Ausdehnung auf die Cholera anwenden.

In den Zeitraum von 1848 bis 1868, für welchen die monatlichen Regenmengen von Malta vorliegen, fallen eigentlich nur zwei Epidemien 1850 und 1865, hingegen sechs Jahre (1848, 1849, 1854, 1855, 1856 und 1867), wo die Cholera unleugbar auf der Insel war, ohne die zeitlichen Bedingungen für eine epidemische Entwicklung vorzufinden. Man kann sich daher die Frage stellen: was haben die Jahre 1850 und 1865 bezüglich der Regenmengen, welche die Grundwasserverhältnisse, d. h. die zeitliche Disposition nach meiner Ansicht in letzter Instanz bedingen, und was die andern genannten sechs Jahre unter sich gemeinsam, und was unterscheidet die epidemischen Jahre von den nichtepidemischen?

Das Jahr 1850 ergab 2963 Erkrankungen u. 1626 Todesfälle an Cholera,
" " 1865 " 3109 " " 1880 " " "

Wenn man die Zunahme der Bevölkerung zwischen 1850 und 1865 in Betracht zieht, so darf man in beiden Jahren ziemlich

gleiche Intensität des Choleraprocesses annehmen, jedenfalls kann man sagen, dass die Epidemie von 1865 nicht viel heftiger gewesen ist, als die von 1850, dass die beiden Jahre in dieser Beziehung sich sehr ähnlich verhalten haben, und deshalb sehr gut mit einander vergleichbar sind.

Wenn Wasserverhältnisse des Bodens für einen Process, der in Malta im Sommer beginnt und im Herbst abläuft, maassgebend sind, so darf man natürlich nicht bloss die Regenmengen vom Januar des treffenden Jahres anfangend, sondern man muss auch wenigstens die von den letzten Monaten des vorausgehenden Jahres ins Auge fassen, denn der Wassergehalt des Bodens resultirt nicht momentan aus den Niederschlägen, es kann sogar ein Jahr auf mehrere nachfolgende noch eine Wirkung äussern. Beträchtlich mehr als einen Zoll im Monat betragende Regen beginnen in Malta durchschnittlich im October und enden im März. (Siehe die Tabelle S. 196.)

Die Jahre 1850 und 1865 haben unter sich gemeinsam, dass die Herbstregen des vorausgehenden Jahres im October kräftig, über dem Mittel betragend einsetzen und bei stets abnehmender Wärme und Verdunstung bis zum Januar (13.11 und 10.69″) durchschnittlich über dem Mittel (10.2″) sich halten, von Januar ab bis April aber bei stets zunehmender Wärme und Verdunstung unter das Mittel und namentlich verhältnissmässig gegen das vorausgegangene Quartal sinken, mithin so zu sagen eine grosse und andauernde Schwankung darstellen. Es hört in beiden Jahren schon sehr bald zu regnen auf.

Die unempfänglichen Jahre 1848, 1849, 1854, 1855 und 1856 zeigen im ersten Quartal eine sehr auffallende Verschiedenheit von den Jahren 1850 und 1865. In den unempfänglichen Jahren setzt sich der Regen länger fort und zeigen namentlich die Monate nach Januar oft noch beträchtlich über dem Mittel stehende Regenmengen, z. B. 1849 noch im März 2.9″, 1854 3.6″, 1855 im März 3.2″ und selbst im April noch 4.2″, 1866 im März 3.3″.

Merkwürdig ist auch das Jahr 1860, in dem die Cholera in Gibraltar war, und nicht auf Malta verpflanzt wurde. Diesem Jahre ging nicht nur das nasseste der ganzen Periode voran, sondern es

setzten sich 1860 die Regen auf Malta, wenn auch in geringer Menge, noch ganz ungewöhnlich lang fort. Die im März und April und später fallenden Regen haben gewiss nicht nur dadurch Bedeutung, dass sie dem Boden Wasser zuführen, sondern auch dadurch, dass eine feuchte, regnerische Atmosphäre der Verdunstung entgegentritt, die sonst um diese Zeit schon beträchtlich ist.

Eine scheinbare Ausnahme hievon macht nur das Jahr 1867, welches vom Januar bis zum Sommer eine ganz abnorme Trockenheit zeigte, es war noch viel trockener als das Jahr 1865, und hatte zwar mehr Cholerafälle als die übrigen unempfänglichen Jahre, aber doch nur eine sehr schwache Epidemie (etwa 300 Fälle), die nur an einigen Stellen (z. B. im Dominikanerkloster zu Valletta) eine besondere Heftigkeit erlangte. Diesem Jahre 1867 fehlt aber das andere Merkmal, welches den Cholerajahren 1850 und 1865 eigen ist, nämlich die vorausgehende hinreichende Durchfeuchtung des Bodens. Das Jahr 1866 ist das trockenste von allen mit nur 9" Regen. Seine dem Jahre 1867 vorausgehenden Herbstregen fingen zwar im October 1866 über dem monatlichen Mittel an, sanken aber bereits im November beträchtlich unter das Mittel und hörten im December, der sonst das Maximum bringt, fast wieder ganz auf. Die Grundwasser-Schwankung von 1866 auf 1867 kann deshalb auch nur eine sehr unbedeutende gewesen sein, und verhält sich zu der von 1864 auf 65 oder von 1849 auf 50 vielleicht ähnlich wie die Intensität der Cholera. Wenn also in den andern nicht empfänglichen Jahren der Boden von Malta zur Erzeugung einer Choleraepidemie zu feucht war, so war er im Jahre 1867 für eine grössere Epidemie zu trocken, so dass Malta in verschiedenen Jahren dieselbe Erscheinung zeigt, welche Madras[1]) in Indien fast jährlich darbietet, welche Stadt zwei jährliche Minima der Cholerafrequenz hat, eines fällt in die nasseste und ein anderes in die trockenste Zeit des Jahres.

Nach den vorliegenden Thatsachen und Erfahrungen könnte man den Inseln Malta und Gozo folgende Prognose stellen:

Wenn nach vorausgegangenen jährlichen mittleren Regenver-

1) Zeitschrift für Biologie Bd. V. S. 212.

hältnissen die Niederschläge vom October bis Januar nicht unter dem Mittel betragen, aber wenn es im Februar und März und April sehr wenig, im Mai gar nicht mehr regnet, dann ist für den Fall, dass die Cholera oder der Cholerakeim eingeschleppt wird, eine Epidemie zu befürchten. Fallen hingegen nach dem Januar, namentlich noch im März beträchtliche, selbst das Mittel übersteigende Regenmengen, so kann die Cholera eingeschleppt werden, ohne dass eine grössere epidemische Verbreitung zu befürchten ist. — Wenn schon sehr trockene Jahre vorausgegangen sind, so vermag auch ein trockener Winter und Frühling nur eine höchst schwache örtliche und zeitliche Disposition für Choleraepidemien hervorzurufen.

Wie man sieht, ist in der Regel zu grosse Feuchtigkeit oder eine zu geringe Schwankung zwischen der Regenmenge des Spätherbstes und des Vorsommers die Ursache der Unempfänglichkeit von Malta. Dass zu grosse oder zu gleichmässig andauernde Feuchtigkeit auf Malta oft ein Hinderniss für die epidemische Entwicklung der Cholera bildet, dafür lässt sich noch eine Reihe einzelner Thatsachen anführen. Ich zähle dahin das merkwürdige Verhalten des mit Menschen der ärmsten Klasse überfüllten Manderaggio, das ich oben geschildert habe, wo sich wohl in den Jahren 1837, 1850 und 1865, aber nicht im Jahre 1854 Cholerafälle zeigten, während sie damals gerade an den höchsten trockensten Punkten von Valletta, über Porta Reale und in der oberen Kaserne (upper Baracka) epidemisch vorkamen.

Eben dahin scheint mir die geringe Empfänglichkeit des tief liegenden, schweinezüchtenden Curmi und die Immunität seines tiefst gelegenen und allerschmutzigsten Theils Naggiàr zu gehören.

Nicht minder möchte ich aus diesem Gesichtspunkte den schauderhaften Choleraausbruch im Jahre 1867 im Dominikanerkloster zu Valletta erklären, das in allen früheren Epidemien frei geblieben war. Ich erinnere den Leser an die oben gegebene Beschreibung. Es gehörten die zwei abnorm trockenen Jahre 1866 und 1867, wie sie in 20 Jahren nicht aufeinander gefolgt sind, und wahrscheinlich auch noch das gänzliche Versiegen des Wassers in der Cysterne des Klosters dazu, um diese feuchte Stätte des Moders

und der Verwesung endlich einmal so weit auszutrocknen, dass sich eine hinrcichende Menge y bilden und der aus der Stadt dahin gebrachte Cholerakeim gedeihen konnte.

Malta scheint mir eine ganz vorzüglich günstig liegende, isolirte Station für Forschungen über die Aetiologie der Cholera zu sein, nicht nur was die Verbreitung des Cholerakeims x durch den Verkehr betrifft, wozu die Quarantäne dienen kann, sondern auch was das für Epidemien nöthige örtliche und zeitliche Substrat y anlangt, zu dem nur ein genaues und fortgesetztes Studium der Boden- und Grundwasserverhältnisse führen kann. Malta hat vor andern Beobachtungspunkten ganz entschiedene Vorzüge: 1) seine Nähe und seinen grossen Verkehr mit dem Orient, 2) sein südliches Klima, 3) die Lage als Insel und seine grosse Entfernung von den Continenten, so dass nur grössere Schiffe damit verkehren, 4) seine einfachen und eigenthümlichen Bodenverhältnisse, welche die atmosphärischen Niederschläge in eine ganz unmittelbare Beziehung zu Boden und Grundwasser bringen, 5) seinen kleinen Umfang und den Mangel constanter Flüsse, Bäche und Seen, welche anderwärts die Grundwasserverhältnisse compliciren, 6) seine verhältnissmässig grosse Bevölkerung und endlich 7) noch einen Vorzug, der nicht gering anzuschlagen ist: Malta steht unter englischer Verwaltung.

Ueber die Ernährungsvorgänge des Milch producirenden Thieres.

Zweite Arbeit: **Bei stickstoffarmem Futter.**

Unter Mitwirkung von R. Frühling und A. Rost ausgeführt im Sommer 1868

von

F. Stohmann.

(Mit Tafel VI, VII und VIII.)

Die Resultate der früher veröffentlichten ersten Arbeit [1]) wiesen uns darauf hin, bei ferneren Untersuchungen auf ein möglichst einfach zusammengesetztes Futter zu greifen, um den Einfluss der einfachen Nährstoffe auf die Ausnutzung des Gesammtfutters und auf den im Körper des Thieres sich vollziehenden Stoffwechsel studiren zu können. Dem entsprechend gingen wir hier von einer Ernährung mit reinem Wiesenheu aus und ersetzten in den einzelnen Versuchsreihen einen Theil dieses Futtermittels durch Stärkmehl, durch Zucker und durch Fett, und zwar derart, dass in allen Versuchsreihen so annähernd wie möglich pro Tag gleiche Mengen von Trockensubstanz im Futter gereicht wurden.

Als Versuchsthiere wählten wir, ebenso wie früher, die milchende Ziege. Beide zur Verwendung kommenden Thiere waren dreijährig, hatten Mitte April gelammt und wurden Mitte Juni angekauft. Sie kamen am 9. Juli in den für sie bestimmten Stall, nachdem sie schon vom 24. Juni ab das künftig beabsichtigte Futter erhalten hatten. Vom 11. Juli ab wurden die Entleerungen täglich gesammelt und die Körperwägungen vorgenommen. Der Versuch dauerte bis zum 3. October und umfasste also einen Zeitraum von 13 Wochen, oder die 13.—24. Woche der Lactationsperiode. Wesentlich die Rück-

1) Journ. f. Landwirthschaft von Henneberg, 1868, 135 ff.

sicht auf die Gesundheit der Thiere war früher massgebend gewesen, als wir die Stallungen aus trockenem, gefirnissten Holze anfertigen liessen, da zu befürchten war, dass ein Stand aus Metall wegen seines höheren Wärmeleitungsvermögens dem Körper der Thiere so viel Wärme entziehen würde, dass Erkrankungen hätten eintreten können. Um aber den Resultaten alle nur mögliche Sicherheit zu geben, liessen wir diese Bedenken jetzt fallen und brachten die Thiere, selbst auf die Gefahr einer Erkrankung, in einen gänzlich aus Eisenblech construirten Stall. Der Erfolg hat uns gezeigt, dass jene Sorge grundlos war, der Stall ist gegenwärtig im zweiten Jahre in Benutzung, es ist niemals irgend welche Gesundheitsstörung eingetreten.

Der von den Maschinenfabrikanten Riedel und Kemnitz nach Angabe des Ref.[1]) gefertigte Stall besteht im Wesentlichen aus einem eisernen viereckigen, auf hohen Füssen ruhenden Kasten, der in der Mitte durch eine Scheidewand in zwei sonst ganz gleich eingerichtete Hälften, jede zur Aufnahme eines Thieres, getheilt ist.

Jeder einzelne Stand hat eine Breite von 67 Centimeter, ist 116,5 c. m. lang, die vier Wände sind 94 c. m. hoch. Der ganze Boden besteht ebenfalls aus Eisenblech, der vordere Theil aus gewöhnlichem Blech, der hintere, auf welchem die Hinterfüsse und der hintere Theil des Körpers beim Lagern ruhen, ist aus einer starken Blechtafel gebildet, welche behufs der Reinigung leicht zu entfernen ist. Diese dient zur getrennten Sammlung des Kothes und des Harnes. Sie ist 63 c. m. lang, ebenso breit wie der ganze Boden des Standes und ruht auf einem an den Seitenwänden befestigten Falze. In diese Blechtafel sind in Abständen von annähernd 5 M. M. lange Schnitte eingestossen, von denen jeder 4 m. m. breit und 3,5 c. m. lang ist; auf 100 Quadrat c. m. Fläche kommen 27 solcher Oeffnungen, so dass von 100 Theilen der Fläche annähernd 38 Theile offener Raum sind. Der Harn

1) In den Hauptsachen ist die Construction des Stalles dieselbe, wie die von Henneberg für die Untersuchungen mit Hammeln gewählte. Neu und eigenthümlich ist hier nur die Vorrichtung zur gesonderten Aufsammlung der Entleerungen, welche bei weiblichen Thieren eine andere sein muss wie bei männlichen.

fliesst hier vollständig ab, während von den Kothballen keiner durch die Schlitze fallen kann. Unter diesem Bleche ist ein, mit über den unteren Rand des Kastens greifenden Rändern versehener, viereckiger Blechtrichter angebracht, von welchem der Harn auf dem kürzesten Wege in ein unter demselben befindliches gläsernes Sammelgefäss fliesst.

Am hinteren Ende wird der Stand durch eine in doppelten Falzen gleitende, aufziehbare Blechtafel verschlossen.

Am Kopfende findet sich behuf der Anbringung des Futterkastens in einem Abstande von 39 c. m. vom Boden des Standes eine 21 c. m. weite und 43 c. m. hohe Oeffnung, an welche sich unmittelbar der Futterkasten anlegt. Dieser ist ein Blechkasten, 25 c. m. lang, 36 c. m. breit, 71 c. m. hoch. An seinem dem Kopfe des Thieres zugekehrten Ende hat er in einem Abstande von 10 c. m. vom Boden einen 21 c. m. weiten und 24 c. m. hohen Ausschnitt, durch den das Thier bequem seinen Kopf einführen kann. Der Kasten ist durch Schrauben an dem Stande befestigt und kann, da in dem Stande eine Anzahl von Schraubenlöchern in verschiedener Höhe sind, leicht auf einer der Grösse des Thieres entsprechenden Höhe befestigt werden. Ein Theil des durch diesen Ausschnitt gewonnenen Bleches ist abwärts gebogen und greift über den Rand des Ausschnittes des Standes, um den Hals der Thiere beim Fressen nicht an den scharfen Blechrändern zu scheuern. Diesem Ausschnitte gerade gegenüber befindet sich eine ebenso grosse, durch eine Thür verschliessbare Oeffnung, durch welche man die Thiere bequem beobachten kann und welche namentlich dazu bestimmt ist, die Futterkästen zu reinigen und etwaige Futterreste herauszunehmen.

In diesen Futterkasten wird ausschliesslich Heu, resp. trockenes Rauhfutter gegeben, alle Beifutter werden in einem besonderen Kasten von Weissblech gereicht, der so gross ist, dass er sich gerade bequem von oben in den eigentlichen Futterkasten einschieben lässt. Wir erreichen dadurch den grossen Vortheil einer scharfen Controle für den vollständigen Verzehr des Beifutters und die Sicherheit, dass bei verbleibenden Heuresten Nichts von den sonstigen Futterstoffen in diese gelangen kann.

Unmittelbar neben der Futteröffnung hängt in gleicher Höhe der Tränkbehälter, aus welchem die Thiere ad libitum Wasser entnehmen können.

Die Thiere sind mittelst leichter Ketten am Kopfende befestigt, können sich mit aller Bequemlichkeit lagern, sich aber nicht umwenden, wodurch die Sicherheit gegeben wird, dass auch wirklich Harn und Koth an die für sie bestimmte Stelle entleert werden.

Der ganze Apparat steht auf einem eisernen Gestelle 58 c.m. hoch über dem Fussboden des eigentlichen Stalles, so dass unter den Harntrichter bequem grössere Sammelgefässe aufgestellt werden können und dass man die ganze Vorrichtung stets frei vor Augen hat.

Die Methode der Fütterung, die Wartung der Thiere, die täglichen Wägungen (Morgens nach dem ersten Melken im nüchternen Zustande) blieben dieselben wie früher. Es fand nur der schon angedeutete Unterschied statt, dass die einzelnen Futterstoffe jeder für sich gereicht wurden. Ferner wurden die, jedoch immer nur in sehr geringer Menge bleibenden Heureste nicht allein gewogen, sondern während der einzelnen Versuchswochen sorgfältigst gesammelt und analysirt, so dass das Unverzehrte nicht mehr als Heu, sondern seinen Bestandtheilen nach in Rechnung gestellt werden konnte. Weiter wurde bei der Sammlung der Entleerungen so verfahren, dass beim Anfang einer jeden Versuchswoche (nach Ablauf einer Vorwoche) der ganze Stand auf das Sorgfältigste gereinigt wurde, so dass nichts von Koth oder Harn daran haften blieb, und ausserdem wurde noch täglich zweimal, Abends und Morgens, nach der Beseitigung der festen Excremente, mittelst einer feinen Brause im Anfange des Versuches jedesmal annähernd 500 c. c. destillirtes Wasser über die ganze vom Harn berührte Fläche gespritzt, wodurch aller Harn sicher bis auf die letzte Spur dem Sammelgefässe zugeführt wurde; vom 12. August ab wurde das zum Abspülen benutzte Wasser gemessen, von da ab wurden jedesmal genau 500 c.c. verwandt. Endlich haben wir unser Verfahren noch dahin abgeändert, dass wir bei unseren siebentägigen Beobachtungsreihen Harn und Milch nicht mehr wie früher vier- resp. dreimal, sondern regelmässig sechsmal untersuchten. Wir legten den Anfang der Versuche, nachdem die Thiere bereits seit einer vollen Woche das

Futter, dessen Einfluss erforscht werden sollte, verzehrt hatten, auf den Sonntag Morgen der Woche; am Montag kamen dann der Harn und die Milch vom Sonntag zur Untersuchung u. s. f., so dass wir am folgenden Sonnabend Harn und Milch vom Freitag zu analysiren hatten. Nach den sechs Beobachtungen wurden die für den Tagesdurchschnitt gefundenen abgeleitet. Wie früher, so kam auch hier der während sieben Tagen entleerte Koth jedesmal zur Untersuchung.

Die Thiere wurden täglich dreimal gemolken, bei jedem Melken wurde ein Bruchtheil der einzelnen Milchportionen zurückgestellt, alle drei Proben eines jeden Tages wurden sorgfältig gemischt und kamen so zur Untersuchung.

Das Harnsammelgefäss nahm die Gesammtmenge des während 24 Stunden entleerten Harns sammt dem Spülwasser auf. Um einer Zersetzung des Harnstoffs möglichst vorzubeugen und um eine Verflüchtigung von Ammoniak zu verhüten, brachten wir bei späteren Versuchen jeden Morgen 100 c.c. verdünnte Essigsäure (Acetum concentratum) in die Harnflasche, genügend, um der Harnflüssigkeit stark saure Reaction zu ertheilen. Eine Abscheidung von Hippursäure war bei der grossen Verdünnung nicht möglich; Harnsäure haben wir niemals beobachtet, wiewohl auf eine etwaige Ausscheidung derselben geachtet wurde.

Bei den analytischen Bestimmungen wurde nur für die Stickstoffbestimmung in Harn und Milch eine Abänderung gegen früher vorgenommen. Wir bedienten uns dabei der von Hofmeister empfohlenen und von Blaschka in Dresden geblasenen Glasschälchen, welche, nachdem 25 c.c. der Flüssigkeiten unter Zusatz von Säure darin auf einem eigens construirten, 12 Schälchen fassenden Wasserbad verdampft sind, sammt ihrem Inhalt zerstossen und, mit Natronkalk gemischt, in das Verbrennungsrohr gebracht werden. Für jede Stickstoffbestimmung werden drei Proben dargestellt, von denen zwei zur Controlanalyse dienen, während die dritte in Reserve bleibt. In jeder Woche gebrauchen wir 72 Schälchen, von denen jedoch 24, wenn bei den Verbrennungen kein Unfall eintritt, wieder zu gebrauchen sind. Mit Hülfe dieser Schälchen wird die Stickstoffbestimmung im Harn so leicht und einfach, dass wir sie jeder andern Methode, selbst der Titrirung des Harnstoffs, vorziehen.

Einfacher ist vielleicht für den Harn das Verfahren von Schneider, doch haben wir bislang noch keine Gelegenheit gehabt, dasselbe zu erproben.

Ausser den Stickstoffbestimmungen wurden mit dem Harn diesmal keine weiteren Untersuchungen vorgenommen.

In Bezug auf die Cellulosebestimmungen erhielten wir keine günstigeren Resultate wie früher, trotzdem dass wir die Maceration mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali so lange fortsetzten, bis die zu untersuchende Substanz vollständig gebleicht war. Um eine möglichste Uebereinstimmung der äusseren Bedingungen, wie Temperatureinflüsse, zu haben, wurden alle Bestimmungen gleichzeitig ausgeführt, an einem Tage angestellt und am gleichen Tage beendigt; trotzdem erhielten wir die abweichendsten Resultate, und meistens mehr Cellulose, als wir Rohfaser gefunden hatten und Cellulosen von der verschiedensten elementaren Zusammensetzung. Die Rohcellulose, wie sie nach der Maceration mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali, Waschen mit Wasser, Maceration mit Ammoniak und Erschöpfen mit Wasser, Alkohol und Aether erhalten wurde, enthielt immer noch etwas Stickstoff; dieser wurde auf Eiweiss berechnet und dessen Bestandtheile bei der Elementaranalyse, nebst der Asche in Abzug gebracht. Die folgenden Zahlen geben die analytischen Befunde.

	Cellulose	Rohfaser	Zusammensetzung der eiweiss- und aschefreien Cellulose		
	nach Abzug von Eiweiss und Asche		Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
	Proc.	Proc.			
Wiesenheu A.	24,80	23,78	45,7	6,5	47,8
Koth 1 Versuchsreihe Ziege I	24,04	22,66	49,1	7,3	43,6
II	24,07	22,31	44,8	6,3	48,9
„ 2 „ „ I	22,54	23,00	46,6	6,9	46,5
II	25,64	24,80	47,9	6,7	45,4
„ 3 „ „ I	24,05	22,77	47,5	6,7	45,8
II	25,15	23,72	47,6	6,9	45,5
„ 4 „ „ I	25,63	23,84	49,7	6,9	43,4
II	25,94	24,87	49,1	6,9	44,0
„ 5 „ „ I	26,78	23,47	48,0	6,8	45,2
II	27,50	25,52	47,6	6,6	45,9
„ 6 „ „ I	30,69	24,89	48,0	6,8	45,2
II	32,75	26,82	47,1	6,6	46,3

Es beweisen diese Zahlen, dass die als Cellulose abgeschiedene Substanz noch nicht rein ist, dass sie noch grössere oder geringere Mengen fremder Stoffe (Lignin?) enthielt. Aus diesem Grunde haben wir von den Bestimmungen der Cellulose keinen weiteren Gebrauch gemacht.

I. Ausnutzung der Nährstoffe.

Beiden Thieren haben wir diesmal, ohne Rücksicht auf ihr verschiedenes Lebendgewicht zu nehmen, stets gleiche Futtermengen gegeben. Es zerfallen die Versuche in sechs Perioden, von denen drei mit reinem Wiesenheu, die drei anderen mit Wiesenheu unter Zusatz von Stärkmehl resp. Fett oder Zucker; nämlich:

1) 11. Juli bis 24. Juli	pro Tag	1500	Grm.	Wiesenheu *a*,
2) 27. Juli bis 8. August	„ „	{ 1300	„	Wiesenheu,
		200	„	Stärkmehl,
3) 9. August bis 22. Aug.	„ „	{ 1450	„	Wiesenheu,
		50	„	Mohnöl,
4) 23. August bis 5. Sept.	„ „	1500	„	Wiesenheu *a*,
5) 6. Sept. bis 19. Sept.	„ „	{ 1300	„	Wiesenheu,
		200	„	Rohrzucker,
6) 20. Sept. bis 3. Oct.	„ „	1500	„	Wiesenheu *b* (andere Sorte).

Das Heu wurde den Thieren im geschnittenen Zustande als Häcksel von 2 — 3 Zoll Länge gereicht. Es wurde jedesmal am Sonnabend der für die folgende Woche bestimmte Vorrath geschnitten und in einem grossen Korbe in dem geräumigen luftigen Stalle aufbewahrt. Mittwochs wurde von dem Vorrath eine sorgfältig gewählte Durchschnittsprobe genommen und hierin für jede Versuchswoche die Wasserbestimmung gemacht, ebenso wie dieses (mit Ausnahme der ersten Wochen) in unseren Versuchen vom Jahre 1866 geschehen war.

Das Weizenstärkmehl versuchten wir zuerst den Thieren in fein gepulvertem Zustande zu geben; sie verschmähten es in dieser Form aber hartnäckig, gleichviel ob wir es trocken oder mit Wasser angefeuchtet reichten. Als wir es ihnen dagegen in der Form, wie

es im Handel vorkommt, in stängligen Stückchen, darboten, frassen sie es sofort mit grösster Begierde und konnten bald die Zeit der Fütterung vor Gier nach diesem Nahrungsmittel kaum erwarten. Das Oel brachten wir ihnen auf die Weise bei, dass wir bei jeder Fütterung kleine Mengen von Heu in dem beschriebenen Kasten für das Beifutter mit dem Fett tränkten und es ihnen so darboten; nachdem das Gesammtquantum consumirt war, wurden die letzten noch an den Wandungen des Kastens hängenden Reste mit etwas frischem Heu abgewischt, und so gelang es, auch dieses vollständig verzehren zu lassen. Wenngleich das Oel den Thieren nicht sonderlich zu munden schien, so haben wir doch täglich den vollständigen Consum der Ration erreicht. Der Zucker wurde gern und willig, jedoch nicht mit der Gier wie das Stärkmehl, gefressen.

Als Beigabe zum Futter erhielt jedes Thier täglich 10 Grm. Kochsalz.

Nach Beendigung dieser Versuche wollten wir zu grösseren Gaben der stickstofffreien Stoffe übergehen und reichten zu dem Behufe dem einen Thiere neben 1000 Grm. Heu 500 Grm. Stärkmehl, dem anderen neben 1000 Grm. Heu 200 Grm. Mohnöl. Diese Fütterung mussten wir aber schon nach 24 Stunden wieder aufgeben, weil das Stärkmehl den heftigsten Durchfall, das Mohnöl hartnäckige Verstopfung hervorrief. Dieses Verhalten der Thiere gab uns Veranlassung, die Versuche abzubrechen.

In folgenden Tabellen geben wir zunächst eine Uebersicht der auf Consum der Futterstoffe und der Entleerungen bezüglichen Beobachtungen während der einzelnen Versuchsperioden, denen wir jedesmal das entsprechende Tagesmittel der vor der Versuchsperiode liegenden Vorwoche voranstellen.

Ziege I.

1. Wiesenheu à

Datum 1868	Lebendgewicht Kilogramm	Heu Hin Grm.	Heu Reste Grm.	Stärkmehl Oel Grm.	Koth Grm.	Harn Grm.	Milch Grm.
11./18. Juli	35,891	1500	34	—	1187	1289	862
Juli 19.	36,980	1500	43	—	1204	2288	793
20.	37,420	1500	40	—	1228	2939	757
21.	36,220	1500	42	—	1208	1986	792
22.	37,000	1500	28	—	1197	2236	667
23.	36,630	1500	19	—	1020	2527	720
24.	36,940	1500	63	—	1306	2370	759
Summa	—	9000	235	—	7163	14346	4488
Pro Tag	36,865	1500	39	—	1194	2391	748

2. Wiesenheu-

Datum 1868	Lebendgewicht Kilogramm	Heu Hin Grm.	Heu Reste Grm.	Stärkmehl Grm.	Koth Grm.	Harn Grm.	Milch Grm.
27. Juli bis 1. August	37,743	1300	16	200	1233	2057	809
Aug. 2.	36,520	1300	26	200	1238	2518	836
3.	36,480	1300	9	200	954	1788	878
4.	36,800	1300	20	200	1173	2000	817
5.	37,000	1300	16	200	1145	1746	819
6.	37,180	1300	15	200	1132	2047	835
7.	37,320	1300	16	200	1135	2096	766
8.	37,740	1300	27	200	1234	1655	762
Summa	—	9100	129	1400	8011	13848	5713
Pro Tag	37,006	1300	18	200	1144	1978	816

3. Wiesenheu-Mohnöl

Datum 1868	Lebendgewicht Kilogramm	Heu Hin Grm.	Heu Reste Grm.	Mohnöl Grm.	Koth Grm.	Harn Grm.	Milch Grm.
9./15. Aug.	38,560	1450	19	50	1279	2108	717
Aug. 16.	38,640	1450	14	50	1256	1903	723
17.	38,530	1450	5	50	1142	2396	713
18.	38,730	1450	1	50	1268	2149	671
19.	38,820	1450	4	50	1355	2198	718
20.	38,630	1450	9	50	1334	2098	700
21.	38,990	1450	6	50	1333	2103	648
22.	38,990	1450	30	50	1275	2154	709
Summa	—	10150	69	350	8963	15001	4882
Pro Tag	38,761	1450	10	50	1280	2143	697

Ziege II.

(6 Tage) 19.—24. Juli.

Datum 1868	Lebendgewicht	Heu		Stärkmehl Oel	Koth	Harn	Milch
		Hin	Reste				
	Kilogramm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
11./18. Juli	28,829	1500	36	—	1253	969	810
Juli 19.	28,690	1500	77	—	1172	1656	730
20.	28,260	1500	95	—	1157	1063	724
21.	28,270	1500	63	—	1334	1991	708
22.	30,450	1500	42	—	1313	1568	800
23.	28,610	1500	80	—	1174	1487	681
24.	28,780	1500	94	—	1108	2066	673
Summa	—	9000	451	—	7258	9831	4316
Pro Tag	28,843	1500	75	—	1210	1634	719

Stärke (7 Tage) 2.—8. August.

Datum 1868	Lebendgewicht	Heu Hin	Heu Reste	Stärkmehl	Koth	Harn	Milch
27. Juli bis 1. August	28,805	1300	37	200	1492	1565	779
Aug. 2.	28,640	1300	18	200	1598	1672	816
3.	28,230	1300	25	200	1270	1685	775
4.	27,380	1300	22	200	1388	1639	765
5.	28,150	1300	34	200	1373	1302	816
6.	28,250	1300	13	200	1323	2165	779
7.	28,750	1300	29	200	1262	2129	715
8.	28,200	1300	42	200	1270	1623	727
Summa	—	9100	183	1400	9484	12215	5393
Pro Tag	28,229	1300	26	200	1354	1745	770

(7 Tage) 16.—22. August.

Datum 1868	Lebendgewicht	Heu Hin	Heu Reste	Mohnöl	Koth	Harn	Milch
9/15. August	29,491	1450	28	50	1200	1747	689
Aug. 16.	30,980	1450	28	50	1386	1935	726
17.	30,850	1450	16	50	1365	2018	752
18.	29,870	1450	19	50	1161	2154	704
19.	30,190	1450	26	50	1301	1909	755
20.	31,160	1450	28	50	1348	1878	712
21.	29,120	1450	37	50	1216	1759	654
22.	28,790	1450	23	50	1310	1586	684
Summa	—	10150	177	350	9087	13239	4987
Pro Tag	29,994	1450	25	50	1298	1891	712

Ziege I.

Datum 1868	Lebendgewicht Kilogramm.	Heu Hin Grm.	Heu Reste Grm.	Zucker Grm.	Koth Grm.	Harn Grm.	Milch Grm.
							4. Wiesenheu
23./29. Aug.	38,271	1500	12	—	1434	1968	631
Aug. 30.	37,470	1500	—	—	1498	1804	601
31.	37,550	1500	—	—	1266	2065	566
Sept. 1.	37,500	1500	—	—	1223	1876	546
2.	37,020	1500	7	—	1385	1940	549
3.	38,670	1500	—	—	1361	1765	556
4.	37,870	1500	2	—	1567	1807	510
5.	39,040	1500	3	—	1316	2232	581
Summa	—	10500	12	—	9616	13489	3909
Pro Tag	37,874	1500	2	—	1373	1927	558
							5. Wiesenheu-Zucker
6./12. Sept.	38,547	1300	6	200	1273	1712	553
Sept. 13.	39,150	1300	6	200	1027	1567	443
14.	39,420	1300	3	200	1118	1439	465
15.	39 800	1300	5	200	1591	1636	464
16.	39,040	1300	5	200	1419	1681	436
17.	39,640	1300	—	200	1270	1725	416
18.	39,850	1300	10	200	1288	1653	435
19.	40,610	1300	17	200	1286	1793	459
Summa	—	9100	46	1400	8999	11494	3118
Pro Tag	39,787	1300	7	200	1285	1642	445
							6. Wiesenheu (Neue
20./26. Sept.	40,446	1500	30	—	1281	2620	422
Sept. 27.	40,600	1500	8	—	1054	2527	448
28.	41,121	1500	5	—	1184	2257	398
29.	41,150	1500	3	—	1006	2569	387
30.	41,030	1500	5	—	1056	2119	392
Oct. 1.	40,770	1500	11	—	1075	2019	358
2.	41,340	1500	5	—	1221	1924	358
3.	41,800	1500	9	—	1081	2014	353
Summa	—	10500	46	—	7677	15429	2694
Pro Tag	41,114	1500	6	—	1096	2204	385

Ziege II.

Datum 1868	Lebendgewicht Kilogramm.	Heu Hin Grm.	Heu Reste Grm.	Zucker Grm.	Koth Grm.	Harn Grm.	Milch Grm.
(7 Tage) 30. August bis 5. September.							
23./29. Aug.	30,096	1500	16	—	1517	1940	651
Aug. 30.	30,190	1500	5	—	1357	1910	614
31.	29,920	1500	9	—	1369	2083	572
Sept. 1.	30,020	1500	7	—	1288	1605	571
2.	30,220	1500	15	—	1438	1913	521
3.	30,550	1500	13	—	1358	1698	552
4.	30,670	1500	20	-	1457	1883	547
5.	30,820	1500	17	—	1489	1857	579
Summa	—	10500	86	—	9756	12949	3956
Pro Tag	30,341	1500	12	—	1394	1850	565
(7 Tage) 13.—19. September.							
6./12. Sept.	30,163	1300	21	200	1336	1661	654
Sept. 13.	29,700	1300	31	200	992	1532	579
14.	30,970	1300	33	200	1033	1477	553
15.	31,060	1300	35	200	1154	1283	526
16.	31,080	1300	37	200	1195	1504	526
17.	31,240	1300	80	200	1194	1406	525
18.	30,850	1300	73	200	1201	1455	548
19.	31,450	1300	48	200	1108	1284	545
Summa	—	9100	337	1400	7877	9941	3802
Pro Tag	30,907	1300	48	200	1125	1420	543
Sorte (7 Tage) 27. Sept. bis 3. October.							
20./26. Sept.	31,350	1500	119	—	1126	1579	450
Sept. 27.	30,980	1500	113	—	1140	1756	416
28.	30,300	1165 [1])	59	—	1144	1425	430
29.	30,930	1225 [1])	55	—	1067	1394	404
30.	31,310	1500	66	—	1153	1617	434
Oct. 1.	32,060	1500	85	—	1234	1738	444
2.	31,480	1500	54	—	1238	—	450
3.	31,500	1500	81	—	1254	2035	433
Summa	—	9890	513	—	8230	9965	3011
Pro Tag	31,223	1412	73	—	1175	1661	430

1) Da die Ziege an diesen beiden Tagen eine geringe Fresslust zeigte, so wurde, um grössere Heureste zu vermeiden, das letzte nicht vorgelegte Futter zurückgewogen und von der Gesammtmenge in Abzug gebracht.

Die anliegende Tafel I zeigt diese Lebendgewichte und die täglichen Ausscheidungen im Mittel der einzelnen Wochen und in den täglichen Schwankungen in graphischer Darstellung.

Bei der Analyse wurde die grösste Sorgfalt auf die richtige Ermittlung der Zusammensetzung des Wiesenheues verwendet, da diese wie früher nachgewiesen[1]), grössere Schwierigkeiten bietet, als man gewöhnlich geneigt ist, anzunehmen. Von dem während der fünf ersten Versuchsperioden verwandten Heu wurden desshalb zu vier verschiedenen Zeiten Proben gezogen und darin 7 Stickstoff-, 6 Fett-, 5 Aschen-, 7 Rohfaserbestimmungen ausgeführt und von diesen das arithmetische Mittel genommen. Durch möglichst feines Pulvern gelang es uns diesmal, die durch ungleiche Mischung des zerkleinerten Materials herbeigeführten Differenzen der Analysen gegen früher bedeutend zu verringern. Bei der zweiten Sorte Heu, die nur in der letzten Versuchsperiode zur Verwendung kam, begnügten wir uns mit je zwei sich controlirenden und sehr gut übereinstimmenden Analysen. Im Weiteren verweisen wir auf die analytischen Belege.

Der stets mehr oder weniger wechselnde Wassergehalt des Heues wurde in jeder Versuchswoche bestimmt.

Die während der Versuchswochen verbleibenden Heureste wurden an den einzelnen Tagen gesammelt und dann das Ganze durch Austrocknen im Trockenschranke bei ca. 70° lufttrocken gemacht; nachdem noch das bei 100° entweichende Wasser bestimmt war, wurde in sämmtlichen Proben, mit Ausnahme der 4., 5. und 6. Versuchsperiode bei Ziege I, wo täglich nur 6 und 7 Grm. Heureste verblieben, die als nicht consumirtes Heu in Rechnung gezogen sind, der Stickstoff bestimmt. Es ergab sich in der wasserfreien Substanz ein Stickstoffgehalt von:

	Ziege I.	II.
1. Periode	1,66 Proc.	1,79 Proc.
2. „	1,95 „	1,28 „
3. „	1,25 „	1,21 „
4. „	—	0,93 „
5. „	—	1,70 „
6. „	—	1,52 „

1) Journal f. Landw. 1868 S. 182.

Nach dem Stickstoffgehalt bei Ziege I, 2. Periode, konnten wir die hier gebliebenen Reste als reines Heu betrachten und haben sie dem entsprechend verrechnet. Bei den übrigen Stickstoffberechnungen sind die obigen Zahlen zu Grunde gelegt.

Um nun nicht eine vollständige Analyse aller Heureste ausführen zu müssen, vereinigten wir die in ihren Stickstoffgehalten sich am nächsten stehenden zu zwei Proben, die wir im Folgenden als A und B bezeichnen. Nämlich es wurden vermischt die Rückstände zu

A.			B.		
Ziege I u. II	1. Per.	1,66 % N. / 1,79 „	Ziege II	2. Per.	1,28 % N.
			I	3. „	1,25 „
II	5. „	1,70 „	II	3. „	1,21 „
II	6. „	1,52 „	II	4. „	0,93 „

In Probe A und B wurden dann noch Rohfaser, Fett und Asche bestimmt.

Die folgenden Zahlen zeigen, dass die Zusammensetzung dieser Heureste wesentlich und namentlich in Bezug auf die Aschen-Bestandtheile von der des reinen Heues abweicht. Der höhere Aschengehalt erklärt sich einfach dadurch, dass die Thiere beim Fressen den mechanisch anhaftenden Sand ausschütteln und diesen im Futterkasten zurücklassen. Die sandige Beschaffenheit dieser Mineralstoffe wurde uns auf das unzweideutigste durch das kreischende Geräusch unserer Mühle beim Pulvern der Heureste verrathen.

Bei der Berechnung wurde auf die Weise verfahren, dass nach der directen Stickstoffbestimmung der absolute Eiweissgehalt abgeleitet wurde; darauf wurde die absolute Menge von Rohfaser, Fett und Asche, je nach der Zusammensetzung der Probe A oder B in Rechnung gestellt, wobei die Differenz der direct bestimmten Trockensubstanz minus der Summe von Eiweiss, Rohfaser, Fett und Asche die Menge der stickstofffreien Extractstoffe ergab.

Futterstoffe, Heureste und Koth hatten folgende procentische Zusammensetzung:

Heu.	Trocken-substanz.	Feuch-tigkeit.
7. Juli	82,25	17,75
21. Juli	85,88	14,12
6. August . .	87,63	12,37
21. August . .	87,79	12,21
2. September .	87,31	12,69
1. October . .	84,87	15,13
Heureste.		
19.—24. Juli I	94,38	5,62
„ II	94,72	5,28

	Trocken-substanz.	Feuch-tigkeit.
2.—8. August . I	94,12	5,88
„ II	95,52	4,48
16.—22. August I	93,30	6,70
„ II	93,62	6,38
30. Aug. bis 5. Sept. II	94,59	5,41
13.—19. September II	94,88	5,12
27. Sept. bis 3. Oct. II	93,66	6,34
Stärkmehl.	86,04	13,96

Procentische Zusammensetzung der Futterstoffe und des Kothes.

	Trockensubstanz	Wasser	In der wasserfreien Substanz						In Wasser löslich		
			Stickstoff	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extract-stoffe	Mineral-stoffe	Organ. Substanz	Darin Stickstoff	Mineral-stoffe
Wiesenheu *a*	—	—	1,88	11,75	23,78	3,68	50,97	9,82	25,76	0,49	8,02
Wiesenheu *b*	—	—	1,72	10,75	27,24	2,92	50,74	8,35	20,33	0,47	6,86
Heureste *A*	—	—	—	—	18,92	2,71	—	22,40	—	—	—
Heureste *B*	—	—	—	—	27,91	2,16	—	13,46	—	—	—
Stärkmehl	86,04	13,96	—	—	—	—	99,69	0,31	—	—	—
Zucker	100	—	—	—	—	—	100	—	100	—	—
Mohnöl	100	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—
Koth Ziege I.											
1. Wiesenheu. 19.—24. Juli	42,13	57,87	1,87	11,69	22,66	5,09	44,95	15,61	14,20	0,43	8,05
2. Heu, Stärkmehl. 2.—7. Aug.	43,08	56,92	1,96	12,25	23,00	5,12	44,41	15,22	13,10	0,42	8,24
3. Heu, Oel. 16.—22. Aug.	43,76	56,24	1,86	11,62	22,77	5,20	45,56	14,85	12,80	0,42	7,60
4. Heu. 30. Aug. bis 5. Sept.	42,18	57,82	1,83	11,44	23,84	4,71	45,24	14,77	13,29	0,42	7,63
5. Heu, Zucker. 13.—19. Sept.	43,76	56,24	2,02	12,62	23,47	3,77	46,16	13,98	12,24	0,42	7,35
6. Heu *b*. 27. Sept. bis 3. Oct.	41,17	58,83	1,77	11,06	24,89	3,47	48,04	12,54	11,45	0,44	7,42
Koth Ziege II.											
1. Wiesenheu. 19.—24. Juli	43,74	56,26	1,99	12,44	22,31	4,91	44,98	15,41	13,39	0,43	7,94
2. Heu, Stärkmehl. 2.—7. Aug.	40,40	59,60	2,10	13,12	24,80	4,67	43,79	13,62	13,13	0,45	7,60
3. Heu, Oel. 16.—22. Aug.	45,16	54,81	1,72	10,75	23,72	5,22	46,01	14,27	12,81	0,43	7,71
4. Heu. 30. Aug. bis 5. Sept.	40,18	59,82	1,86	11,62	24,87	4,87	44,34	14,30	13,02	0,52	7,88
5. Heu, Zucker. 13.—19. Sept.	47,00	53,00	1,88	11,75	25,52	3,91	45,38	13,41	11,62	0,39	7,51
6. Heu *b*. 27. Sept. bis 3. Oct.	44,85	55,15	1,70	10,62	26,82	3,45	47,74	11,37	11,72	0,55	7,20

1) Ausnutzung des reinen Wiesenheues.

Drei Versuche bei jedem Thier, im Ganzen also sechs einzelne Versuchsreihen, stehen uns hier zur Verfügung. Fünf derselben sind unmittelbar nach ihren Ergebnissen verwerthbar, nämlich I 1 und 4, II 1, 4, 6. Wenn wir aber nur die rohen Zahlen bei I 6 mit den andern vergleichen, so muss es sofort auffallen, dass in dieser Woche unverhältnissmässig wenig Koth geliefert worden ist; dazu kommt noch, dass der Koth dieses Thieres in dieser Woche ein Procent weniger Trockensubstanz enthielt, als in den beiden früheren Heuwochen, so dass nicht allein die absolute Menge des Kothes, sondern auch in noch höherem Maasse die Trockensubstanz äusserst gering war. Bei den Versuchen 1 und 4 hatten 100 Heu-Trockensubstanz resp. 40 und 44 Koth-Trockensubstanz geliefert, während beim 6. Versuch von 100 Heu-Trockensubstanz nur 35 Koth-Trockensubstanz erhalten wurden. Es ist daher sicher, und alle weiteren Zahlen beweisen es, dass das Thier während dieses Versuches einen Theil des Kothes im Darme zurückbehielt. Dass die Wiederkäuer im Stande sind, sehr beträchtliche Mengen von Koth in ihrem langen Darme längere Zeit aufzuspeichern, weiss wohl ein Jeder, der sich mit derartigen Untersuchungen beschäftigt hat. Es bleibt uns daher nichts über, als entweder die Resultate dieses Versuches ganz fallen zu lassen, oder für die zu wenig entleerte Kothmenge eine Correction anzubringen. Wir glauben uns für eine Correction entscheiden zu dürfen, und vermehren daher die in der Koth-Trockensubstanz ausgeschiedenen Bestandtheile im Verhältniss von 35 : 42, unter der Voraussetzung, dass das Thier bei normaler Kothproduction aus 100 Heu-Trockensubstanz die mittlere Menge der bei den beiden anderen Versuchen gefundenen Werthe an Trockensubstanz im Kothe geliefert haben würde.

In folgenden Zahlen geben wir zunächst die direct beobachteten und dann die nach diesem Verfahren corrigirten Werthe, und wir werden sehen, dass die letzteren sich durchaus allen übrigen Zahlen nähern, während die direct beobachteten Zahlen zu unmöglichen oder wenigstens höchst unwahrscheinlichen Werthen führen.

Zusammensetzung des Futters und des Kothes in Grammen bei einem täglichen Futter von 1500 Grm. Wiesenheu.

1. 19.—24. Juli (6 Tage).

Ziege I.

	Trocken-substanz	Stickstoff	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extr.-stoffe	Nfr. Extract-stoffe u. Fett	Mineral-stoffe
9000 Grm. Heu . . .	7729	145	906	1838	284	3939	4223	759
289 „ Heureste A.	273	5	31	52	7	122	129	61
Verzehrt	7456	140	875	1786	277	3817	4094	698
7163 Grm. Koth . . .	3018	56	350	684	154	1357	1511	471
Futter—Koth . . .	4438	84	525	1102	123	2460	2583	227

Ziege II.

	Trocken-substanz	Stickstoff	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extr.-stoffe	Nfr. Extract-stoffe u. Fett	Mineral-stoffe
9000 Grm. Heu . . .	7729	145	906	1838	284	3939	4223	759
405 „ Heureste A.	384	7	44	73	10	171	181	86
Verzehrt	7345	138	862	1765	274	3768	4042	673
7258 Grm. Koth . . .	3175	63	394	708	156	1427	1583	489
Futter—Koth . . .	4170	75	468	1057	118	2341	2459	184

4. 30. August bis 5. September (7 Tage).

Ziege I.

	Trocken-substanz	Stickstoff	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extr.-stoffe	Nfr. Extract-stoffe u. Fett	Mineral-stoffe
10488 Grm. Heu . . .	9157	172	1075	2178	337	4667	5004	899
9616 „ Koth . . .	4056	74	462	967	191	1835	2026	599
Futter—Koth . . .	5101	98	613	1211	146	2832	2978	300

Ziege II.

	Trocken-substanz	Stickstoff	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extr.-stoffe	Nfr. Extract-stoffe u. Fett	Mineral-stoffe
10500 Grm. Heu . . .	9168	172	1075	2180	337	4673	5010	900
57 Grm. Futterreste B.	54	0,5	3	15	1	28	29	7
Verzehrt	9114	171,5	1072	2165	336	4645	4981	893
9756 Grm. Koth . . .	3920	73	456	975	191	1738	1929	561
Futter—Koth . .	5194	98,5	616	1190	145	2907	3052	332

6. 27. September bis 3. October (7 Tage).

Ziege I.

	Trocken-substanz	Stickstoff	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extr.-stoffe	Nfr. Extract-stoffe u. Fett	Mineral-stoffe
10454 Grm. Heu (b) .	8872	153	956	2417	259	4502	4761	741
7677 „ Koth . . .	3161	56	350	788	110	1519	1629	396
Futter-Koth	5711	97	606	1629	149	2983	3132	345
Koth corrigirt . .	3793	67	420	916	132	1828	1955	175
Futter — corrig. Koth	5079	86	536	1471	127	2679	2806	266

Ziege II.

	Trocken-substanz	Stickstoff	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extr.-stoffe	Nfr. Extract-stoffe u. Fett	Mineral-stoffe
9890 Grm. Heu . . .	8394	144	900	2287	245	4259	4504	701
361 „ Heureste A.	338	5	31	64	9	158	167	76
Verzehrt	8056	139	869	2223	236	4101	4337	625
8230 Grm. Koth . . .	3691	63	394	990	127	1762	1889	420
Futter—Koth . . .	4365	76	475	1233	109	2339	2418	205

Berechnen wir hiernach die procentische Ausnutzung, so stellen sich folgende Zahlen heraus:

	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extractstoffe	Nfr. Extractstoffe u Fett	Mineralstoffe
Ziege I.						
1.	60	62	44	64	63	33
4.	57	55	43	61	59	33
6. (corr.)[1]	56	61	49	60	59	36
Ziege II.						
1.	54	60	43	62	61	27
4.	57	55	43	63	61	37
6.	55	56	46	57	56	33
Durchschnittl. Ausnutzung	57	58	45	61	60	33

Kühn, Aronstein und H. Schulze[2]) erhielten für die Ausnutzung durch Ochsen folgende Werthe:

	Eiweiss	Rohfaser	Nfr. Extractstoffe u. Fett
Versuch 3. 20 Pfund Wiesenheu	56,3	64,6	60,9
„ 4. 20 „ „	61,2	63.7	61,0
„ 5. 25,32 Pfd. „	70,0	59,5	58,0
„ 6. 23,15 „ „	70,6	67,6	57,0

1) Ohne Berücksichtigung der Kothcorrection würden wir hier folgende Ausnutzung erhalten:

Eiweiss . . .	63	Proc.
Rohfaser . . .	67	„
Fett	58	„
Extractstoffe .	66	„
Mineralstoffe .	47	„

Also Werthe, die sich keiner anderen Beobachtung anschliessen, während die durch die Correction abgeleiteten mit den übrigen in voller Uebereinstimmung sind.

2) Journ. f. Landw. 1865, 316.

Hofmeister[1]) erhielt bei der Verfütterung von je 1460 Grm. Wiesenheu an zwei Hammel für:

Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extractstoffe
58	53	55	65

Die Ausnutzung des Wiesenheues durch Milchkühe fand Kühn:[2])

		Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extr.-St.
Versuch 1.	16,26 Pfd. Wiesenheu	51,8	59,4	61,0	71,2
2.	16,25 „ „	54,9	60,6	61,0	67,9
10.	16,29 „ „	59,1	61,0	69,7	72,2

Henneberg und Stohmann[3]) beim Ochsen bei einem Verzehr von 16,9 Pfd. Wiesenheu:

Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extractstoffe
64	57	45	69

Berücksichtigen wir die grosse Verschiedenheit in der Zusammensetzung des auf verschiedenen Wiesen gewachsenen Heues, durch welche die Ausnutzbarkeit der Nährstoffe der einzelnen Sorten beträchtlich beeinflusst werden muss, so glauben wir nach diesen Zahlen constatiren zu können, dass eine wesentlich verschiedene Ausnutzung durch die einzelnen Thierarten, mit denen bis jetzt experimentirt worden ist, Ochs, Milchkuh, Hammel, Ziege, nicht stattfindet. Geringe Abweichungen zwischen verschiedenen Thierarten finden sich in gleichem Maasse bei gleichen Thieren, selbst bei der Ernährung mit demselben Material.

Die Ausnutzung der Eiweissstoffe ist überall fast gleichmässig gefunden worden: erhebliche Abweichungen finden sich nur bei der ad libitum Fütterung von Kühn, Aronstein und Schulze bei welcher die Ochsen resp. 25,32 und 23,15 Proc. Heu frassen.

Ebenso schwankt die Ausnutzung der Rohfaser nur innerhalb geringer Grenzen. Wenn wir annehmen, was wohl nicht bezweifelt werden kann, dass die Verdaulichkeit der Cellulose mit dem verschiedenen Alter der Zellen, mit dem höheren oder geringeren Grade ihrer Verholzung im engen Zusammenhange steht, so ist es

1) Versuchsstationen 1864, 188.
2) Versuchsstationen 1869, 129.
3) Beiträge II, 107, 330.

eher zu verwundern, dass die Ausnutzung eine so verhältnissmässig gleichförmige ist, da doch die Beschaffenheit des Heues von so vielen Einflüssen, des rascheren oder langsameren Wachsthums der Pflanzen, der grösseren oder geringeren Dürre etc. abhängig ist.

Für die Ausnutzung des Fettes finden wir sehr niedere Werthe. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass unter dem analytischen Begriffe „Fett" eine Anzahl der verschiedensten Stoffe zusammengefasst werden: eigentliche Fette, Wachs, Harz, Chlorophyll. Dass diese einzelnen Stoffe nicht gleichmässig verdaulich sind, kann wohl nicht bezweifelt werden; je mehr daher von dem einen oder von dem anderen der einzelnen Stoffe in dem sogenannten Fett vorhanden ist, je mehr muss die Ausnutzung der Gesammtgruppe schwanken. Das Heu der Saalewiesen, mit welchem wir sowohl in diesem Jahre wie früher arbeiteten, ist ungemein reich an sogenanntem Fett, weit reicher als die meisten andern Heuarten. Es ist nun durchaus nicht unwahrscheinlich, dass in unserem Heu die Menge der eigentlichen Fette nicht grösser war, als in anderen Heuarten, dass dagegen die dem Fett beigemischten und schwerer verdaulichen Stoffe in grösserer Menge darin vorkommen. Sobald dieses der Fall ist, kann die wirkliche Ausnutzung des Fettes die gleiche wie in den anderen Versuchen gewesen sein; sie wird nur durch die Beimengung der fremden Stoffe scheinbar verringert.

Die Ausnutzung der stickstofffreien Extractstoffe ist in allen Versuchen nahezu identisch.

2) Ausnutzung des Wiesenheues unter dem Einfluss von Stärkmehl, Fett und Zucker.

Nach der procentischen Zusammensetzung und den absoluten Mengen der im Futter eingenommenen und der im Koth ausgeschiedenen Stoffe berechnen sich folgende Werthe:

2. 2.—8. August. Futter: 1300 Grm. Heu + 200 Stärkmehl (7 Tage)

	Trocken-substanz	Stickstoff	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extract-stoffe	Nfr. Extract-stoffe u. Fett	Mineral-stoffe
Ziege I.								
9100 Grm. Wiesenheu	7974	150	938	1896	293	4064	4357	783
1400 „ Stärkmehl	1205	—	—	—	—	1201	1201	4
Im Futter	9179	150	938	1896	293	5265	5558	787
110 Grm. nichtverz. Heu	104	2	13	25	4	53	57	10
Consumirtes Futter	9075	148	925	1871	289	5212	5501	777
8011 Grm. Koth	3451	68	425	794	177	1530	1707	525
Futter—Koth	5624	80	500	1077	112	3682	3794	252
Ziege II.								
Futter wie I.	9179	150	938	1896	293	5265	5558	787
192 Grm. Heureste B.	183	2	12	51	4	91	95	25
Consumirtes Futter	8996	148	926	1845	289	5174	5463	762
9464 Grm. Koth	3832	80	500	950	179	1678	1857	522
Futter—Koth	5164	68	426	895	110	3496	3606	240

3. 16.—22. August. Futter: 1450 Grm. Heu + 50 Grm. Mohnöl (7 Tage)

	Trocken-substanz	Stickstoff	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extract-stoffe	Nfr. Extract-stoffe u. Fett	Mineral-stoffe
Ziege I.								
10150 Grm. Wiesenheu	8911	168	1050	2119	328	4542	4870	875
350 „ Oel	350	—	—	—	350	—	350	—
Im Futter	9261	168	1050	2119	678	4542	5220	875
53 Grm. Heureste B.	49	1	6	14	1	21	22	7
Verzehrt	9212	167	1044	2105	677	4521	5198	868
8963 Grm. Koth	3922	73	456	893	204	1787	1991	582
Futter—Koth	5290	94	588	1212	473	2734	3207	286
Ziege II.								
Futter wie I.	9261	168	1050	2119	678	4542	5220	875
157 Grm. Heureste B.	147	2	12	41	4	70	74	20
Verzehrt	9114	166	1038	2078	674	4472	5146	855
9087 Grm. Koth	4104	71	444	973	214	1889	2103	586
Futter—Koth	5010	95	594	1105	460	2583	3043	269

5. 13.—19. September. Futter: 1300 Grm. Heu + 200 Grm. Zucker (7 Tage)

	Trocken-substanz	Stickstoff	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extract-stoffe	Nfr. Extract-stoffe u. Fett	Mineral-stoffe
Ziege I.								
9054 Grm. Wiesenheu	8133	153	956	1934	299	4145	4444	798
1400 „ Zucker	1400	—	—	—	—	1400	1400	—
Verzehrt	9533	153	956	1934	299	5545	5844	798
8999 Grm. Koth	3938	80	500	924	148	1818	1966	551
Futter—Koth	5595	73	456	1010	151	3727	3878	247

	Trocken-substanz	Stickstoff	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extract-stoffe	Nfr. Extract-stoffe u. Fett	Mineral-stoffe
Ziege II.								
9100 Grm. Heu	8175	154	962	1944	301	4167	4468	803
1400 „ Zucker	1400	—	—	—	—	1400	1400	—
Im Futter	9575	154	962	1944	301	5567	5868	803
296 Grm. Heureste A.	281	5	31	53	8	126	134	63
Verzehrt	9294	149	931	1891	293	5441	5734	740
7877 Grm. Koth	3702	70	438	945	146	1680	1826	496
Futter—Koth	5592	79	493	946	147	3761	3908	244

Procentisch stellt sich die Ausnutzung des Gesammtfutters:

	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extract-stoffe	Nfr. Extract-stoffe u. Fett	Mineral-stoffe
Versuch 2. Heu—Stärkmehl Ziege I	54	58	39	71	69	32
II	46	49	39	68	66	31
3. Heu-Oel Ziege I	56	58	70	60	62	33
II	57	53	68	58	59	31
5. Heu—Zucker Ziege I	48	52	50	67	66	31
II	53	50	50	69	68	33

Das Stärkmehl und der Zucker sind vollständig verdaut worden. Die mehrfach, sowohl im frischen wie im getrockneten Kothe vorgenommene mikroscopische Untersuchung liess nicht eine Spur von Stärkmehl erkennen. Der wässrige Extrakt des Kothes der Zuckerwoche, mit Thierkohle entfärbt und nach dem Ansäuern erwärmt, reducirte aus Fehling'scher Lösung keine Spur von Kupferoxydul. In den stickstofffreien Extractstoffen des Kothes ist daher von dem Beifutter nichts enthalten und wir können diese als vollständig dem Wiesenheu entstammend betrachten. Nicht so einfach gestalten sich die Verhältnisse bei der Beifütterung von Oel; der höhere Procentgehalt an Fett im Koth, sowie die grosse absolute Menge des Fettes im Koth deuten darauf hin, dass ein Theil des Fettes sich der Assimilation entzogen und unverändert aus dem Darme entleert worden sei. Bei den Versuchen 1 und 4 mit reiner Wiesenheufütterung, — der Versuch 6. kann hier, weil er mit einer andern Heusorte angestellt wurde, nicht berücksichtigt werden, —

entleerten die beiden Thiere pro 1000 Th. verzehrter Trockensubstanz im Kothe:

	I.	II.
	20,7	21,2
	20,8	20,9
durchschnittlich		20,9

Theile Fett. Nehmen wir diese Durchschnittszahl als der Ausnutzbarkeit des Heues entsprechend an, so hätten die Thiere, wenn die Ausnutzbarheit des Wiesenheufettes durch die Zugabe des Mohnöls nicht verändert worden wäre, im Koth entleeren müssen

	I.	II.
	185 Grm.	183 Grm.
dagegen sind entleert	204 Grm.	214 Grm.
Differenz	19 Grm.	31 Grm.

Es ist also entweder unter dem Einfluss einer Zugabe von 350 Grm. Oel pro Woche die Ausnutzung des Wiesenheufettes unverändert geblieben und es haben sich resp. 19 und 31 Grm. des zugesetzten Fettes der Verdauung entzogen (dieses ist also mit 95 resp. 91 Proc. ausgenutzt), oder es ist das in Substanz gegebene Fett vollständig ausgenutzt und es ist eine entsprechende Menge vom Wiesenheufett weniger verdaut worden. Wir halten letzteres für wahrscheinlicher, da doch offenbar das nur äusserlich anhaftende Fett leichter im Darm emulsirt, oder in Fettsäuren verwandelt und so zur Resorption geschickt gemacht werden wird, als das in den Zellen des Heues eingeschlossene und da es nichts Unwahrscheinliches hat, dass bei reichlicher Zufuhr von Fett ein Theil der sogenannten Fette sich der Verdauung entzieht, der bei einem geringeren Gehalte des Futters an Fett noch verdaut worden wäre.

Bei der nachgewiesenen vollständigen Resorption des Stärkmehls und des Zuckers und bei der angenommenen vollständigen Verdaulichkeit des zugesetzten Fettes stellen sich dann die procentischen Ausnutzungen des Wiesenheues folgendermaassen:

	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extractstoffe	Nfr. Extractstoffe u. Fett	Mineralstoffe
Versuch 2. Heu-Stärkmehl Ziege I	54	58	39	62	60	32
II	46	49	39	58	56	31
„ 3. Heu-Mohnöl Ziege I	56	58	38	60	59	33
II	57	53	34	58	56	31
„ 5. Heu-Zucker Ziege I	48	52	50	56	56	31
II	53	50	50	58	58	33

Die Menge des im Futter gegebenen Stärkmehls (wasserfrei) betrug 14 Proc., des Oels 4 Proc., des Zuckers 16 Proc. der wasserfreien organischen Substanz des Gesammtfutters. Wir haben daher hier zufällig fast genau dieselben Futtermischungen, welche G. Kühn und Fleischer[1]) ihren Milchkühen gaben.

In Beziehung auf die Ausnutzung der Eiweissstoffe ist nicht zu verkennen, dass die leicht verdaulichen Kohlehydrate, Stärkmehl und Zucker deprimirend gewirkt haben. Bei beiden Thieren jedoch nicht ganz gleichmässig. Während bei I die Eiweissausnutzung unter dem Einflusse des Stärkmehls noch der niedrigsten Ausnutzungszahl bei reinem Wiesenheu gleichkommt, ist sie bei II erheblich geringer. Das Umgekehrte findet statt bei der Zuckerfütterung, hier hat I eine geringere Ausnutzung als II. Unter dem Einfluss des Oeles ist die Ausnutzung des Eiweisses in beiden Fällen höher als bei Zucker- und Stärkefütterung und liegt innerhalb der Schwankungen, welche auch bei reinem Wiesenheu beobachtet worden sind.

Die Ausnutzung der Rohfasser ist deutlich ausgesprochen verringert bei beiden Thieren bei Zuckerfütterung und ausserdem bei II sowohl bei Stärkmehl- als Fettfütterung, während I bei diesen beiden letzten keine gegen reines Wiesenheu herabgedrückte Ausnutzung erkennen lässt, hier ist sie der durchschnittlichen Ausnutzung der Wiesenheurohfaser ganz gleich.

Am unverkennbarsten zeigt sich die veränderte Ausnutzung

1) Sächs. Amts- und Anz.-Blatt 1869 Nr. 5.

beim Fette. Sowohl bei Stärkmehl-, wie bei Fettfütterung ist die Ausnutzung wesentlich geringer als bei reinem Wiesenheu, dagegen wird sie durch Zuckerfütterung gegen Wiesenheu vermehrt.

Die stickstofffreien Extractstoffe sind in ihren Ausnutzungsverhältnissen wenig oder kaum durch die Beigabe von Kohlehydraten oder Fetten beeinflusst.

Von einer Berücksichtigung der Ausnutzung der mineralischen Bestandtheile sehen wir hier vollständig ab, da sie offenbar bei jedem Wiesenheu, je nach dem höheren oder geringeren Gehalt an nicht assimilirbarer Kieselsäure, sehr wechselnd ausfallen muss und da wir ausserdem auch das im Futter dargereichte Kochsalz und die im Tränkwasser enthaltenen Salze nicht berücksichtigt haben.

Wir kommen daher bei unseren Thieren im Wesentlichen zu denselben Resultaten wie Kühn und Fleischer, mit der einzigen Ausnahme, dass diese bei Zugabe von Stärkmehl keine verringerte Fettausnutzung eintreten sahen.

Die Versuche zeigen uns, wenn auch eine geringe Verminderung der Ausnutzung eintreten kann, dass diese jedenfalls nicht beträchtlich genug ist, um die Beigabe von an leicht verdaulichen stickstofffreien Körpern reichen Futtermitteln, Kartoffeln, Rüben irrationell erscheinen zu lassen, da wo es sich darum handelt, bei möglichster Ersparung an Eiweissstoffen den Thieren ein leicht verdauliches Futter zu geben.

Kühn und Fleischers Versuche gaben uns, da sie unter ganz gleichen Bedingungen angestellt waren, die Mittel an die Hand, um die Ausnutzungsfähigkeit verschiedener Thierarten, der Milchkuh und der Ziege, ebenso wie oben für reines Wiesenheu, so hier bei Wiesenheu-Stärkmehl und Wiesenheu-Oel zu vergleichen. Kühn und Fleischer fanden:

	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extractstoffe
Versuch 5. Wiesenheu-Stärkmehl Kuh I	47,8	54,3	66,2	69,8
„ 6. „ „ „ II	55,0	58,8	66,0	69,7
„ 4. Wiesenheu-Oel „ II	56,9	60,7	33,4	67,1

Bei der Ausnutzung des Eiweisses, der Rohfaser und des Fettes bei Fettfütterung findet daher fast vollständige Gleichheit statt. Höher als bei der Ziege ist die Ausnutzungsfähigkeit der Kuh für das Fett bei Stärkmehlfütterung und in allen Fällen für die der stickstofffreien Extractstoffe. Wie weit die verschiedene Ausnutzung des Pflanzenfettes mit dem Fettreichthum unseres Wiesenheues zusammenhängt und wieweit die Thierart darauf influirt, ist nach diesen Versuchen natürlich nicht zu entscheiden. Jedenfalls gibt uns die Uebereinstimmung der Resultate der, uns erst nach der Publication bekannt gewordenen Versuche die beruhigende Sicherheit, dass die Auswahl unseres Versuchsthieres, der Ziege, auch in praktisch-landwirthschaftlicher Beziehung gerechtfertigt war, insofern es sich zeigt, dass die Ernährungsverhältnisse beider Thierarten identisch sind.

Ehe wir fortfahren, wollen wir zur besseren Würdigung der einzelnen Zahlen die Umstände hervorheben, welche nothwendigerweise das Resultat aller Ausnutzungsversuche influiren müssen.

Die Ausnutzung der einzelnen Bestandtheile des Futters ist im Wesentlichen als eine Function des Mischungsverhältnisses der einzelnen Bestandtheile aufzufassen, die jedoch, wenigstens für manche derselben, von der äusseren Beschaffenheit bedingt wird. Die zarte mit Wasser imbibirte Cellulosemembran der jugendlichen Zelle, wie wir sie in den saftigen Parenchymen von Wurzeln, Knollen, Früchten haben, wird sich anders verhalten, wie die mit unverdaulichem Lignin incrustirte Cellulose der Holzgefässe; es wird selbst die aus fast reiner Cellulose bestehende Baumwolle sich anders verhalten wie manche andere Formen der Cellulose. Auf die Ausnutzung influirt weiter die Individualität des Thieres, unter gleichen Thierarten wird das Eine ein anderes Verdauungsvermögen (innerhalb gewisser Grenzen) haben, wie das Andere. Ferner sein Gesundheitszustand, es können körperliche Verhältnisse bestehen, die das Thier zwar äusserlich nicht als krank erscheinen lassen, die aber momentane Verdauungsstörungen herbeiführen, eintretender Geschlechtstrieb kann möglicherweise in dieser Richtung wirken. Weiter die Willkühr des Thieres, insofern als dieses grössere Mengen von verdauter Futtersubstanz längere Zeit

im Leibe zurückbehält. Ferner die Beimischung von Stoffwechselproducten zum Kothe, bei Rindern sehen wir bei der einen Nahrung, wie die einzelnen Kothballen mit einer dicht zusammenhängenden, festen Schleimhülle umgeben sind, während diese bei einer anderen Nahrung entweder ganz fehlt, oder doch in weit geringerem Maasse auftritt; diesen, dem blossen Auge schon wahrnehmbaren Stoffwechselproducten, schliessen sich offenbar noch manche andere an, deren Natur wir durchaus noch nicht kennen und deren Menge wieder von der Art der Ernährung und dem Körperzustande der Thiere abhängig ist. Ebenso muss eine abnorme Futtermischung das Verdauungsvermögen für alle oder einzelne Bestandtheile beeinflussen; wenn wir einem Thiere neben seinem sonstigen Futter soviel Stärkmehl geben, dass Durchfälle entstehen, oder wenn auch nur von dem sonst so leicht verdaulichen Stärkmehl grössere Mengen im Kothe wieder entleert werden, so dürfen wir nicht mehr auf einen normalen Verlauf des Verdauungsprocesses rechnen. Endlich ist zu berücksichtigen die Schwierigkeit der richtigen Probenahme der voluminösen Futterstoffe und die Schwierigkeit der richtigen Zubereitung der Proben für die Analyse, auf welche wir schon früher hingewiesen haben[1]).

Alle diese Einflüsse, deren Grösse ganz unabsehbar ist, können sich bei den einzelnen Versuchen möglicherweise compensiren, sie können sich aber auch addiren. Vergleichen wir nur einmal, wie weit die unvermeidlichen analytischen Fehler solche Versuche beeinflussen können. Ein Jeder wird gewiss zugestehen, dass die minimale Fehlergrenze bei Stickstoffbestimmungen von Futterstoffen, Koth u. dergl. bei 0,05 Proc. liegt. Haben wir es mit einem Wiesenheu von 1,88 Proc. Stickstoff zu thun, so beträgt dieser gering angenommene Fehler 2,7 Proc. der Gesammtmenge. Addirt sich dazu der gleiche Fehler bei der Kothanalyse, so kommen wir auf eine absolute Fehlergrenze von etwa 5 Proc. Dieser Fehler wird natürlich um so grösser, je stickstoffärmer das Futter ist, z. B. bei einem Roggenstroh mit 0,78 Proc. Stickstoff[2]) beträgt

1) Journ. f. Landw. 1868, S. 158 u. 182 und oben S. 216.

2) Nach Hellriegel und Lucanus, Versuchs-Stationen 1865, 389.

er schon 6,4 Proc. der absoluten Menge und unter Hinzurechnung des Kothfehlers 9—10 Proc. Wir haben absichtlich die Fehlergrenze möglichst gering angenommen, nehmen wir dabei die Grenze statt zu 0,05 Proc. zu 0,10 an, so können sich die analytischen Beobachtungsfehler bei Heu auf 8—10 Proc., bei Roggenstroh auf 16—18 Proc. der absoluten Mengen erhöhen.

Berücksichtigt man alles dieses, so ist es nicht zu verwundern, wenn bei unseren Versuchen beim Wiesenheu die gefundene Ausnutzung der Eiweissstoffe bei dem einen Thiere zwischen 56 und 60, bei dem anderen Thiere zwischen 54 und 57 Proc. schwankt, oder wenn sie bei den oben angeführten Versuchen von Kühn und Fleischer bei dem einen Thiere in einem Versuch 51,8, bei dem andern Thiere 54,9 und in einem zweiten Versuch 59,1 Proc. beträgt.

Wir haben an anderen Orten[1]) gezeigt, dass trotz aller dieser Einflüsse in Bezug auf die Ausnutzung der Eiweissstoffe bei den verschiedenen Thierarten: Ochs, Kuh, Ziege, Schaf, ein ganz bestimmter Zusammenhang zwischen der Ausnutzbarkeit und der Zusammensetzung der Futterstoffe, seien sie nun einzeln oder in complicirtestem Gemenge gefüttert, nicht zu verkennen sei. Wenn auch unter den dort in Betracht gezogenen 105 einzelnen Beobachtungen verschiedener Forscher manche sind, die scheinbar von der aufgestellten Regel abweichen, so sind diese doch bedeutend in der Minderzahl und für manche derselben könnte sofort die Ursache der Nichtübereinstimmung nachgewiesen werden.

Es ergab sich aus allen diesen Beobachtungen, dass die Eiweissstoffe möglichst vollständig ausgenutzt werden, wenn sie zusammen mit einer geringen Menge von stickstofffreien Stoffen gegeben werden, dass sie aber um so weniger ausgenutzt werden in dem Maasse als die Menge der stickstofffreien Stoffe vermehrt wird. Und es ergab sich ferner, dass die Qualität der verschiedenen stickstofffreien Stoffe dabei nicht maassgebend sei, namentlich dass der Cellulose als solcher kein bestimmender Einfluss auf die Ausnutzung der Eiweissstoffe zuzuschreiben sei.

---

1) Versuchs-Stationen 1869 I. S. 401.

Es lässt sich nach diesen Beobachtungen das Verhältniss der ausnutzbaren Menge des Eiweisses und der Bestandtheile des Futters durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$P' = \frac{P}{\dfrac{\dfrac{H + \alpha C}{P} + 9}{9}}$$

worin P das im Futter enthaltene Eiweiss, H die Rohfaser, αC die stickstofffreien Extractstoffe + Fett und P' die Menge des ausnutzbaren Eiweisses darstellt.

Sehen wir, wie die Ergebnisse unserer Versuche mit jener Formel übereinstimmen; wir lassen dabei den Versuch 6 bei Ziege I wegen der vorgenommenen Kothcorrection unberücksichtigt.

Versuche mit Wiesenheu.

Nr.	Ziege	Eiweiss im Futter Grm.	Eiweiss verdaut gefunden Grm.	Eiweiss verdaut berechnet Grm.	Eiweiss verdaut gefunden Proc.	Eiweiss verdaut berechnet Proc.
1.	I	875	525	500	60	57
	II	862	468	493	54	57
4.	I	1075	613	614	57	57
	II	1072	616	613	57	57
6.	II	869	475	475	55	55[1])
			Wiesenheu — Stärkmehl.			
2.	I	925	500	489	54	53
	II	926	426	493	46	53
			Wiesenheu — Oel.			
3.	I	1044	588	587	56	56
	II	1038	594	583	57	56
			Wiesenheu — Zucker.			
5.	I	956	456	503	48	53
	II	931	493	495	53	53

1) Nach der Kothcorrection finden wir für Ziege I 56 Proc.

Das Verhältniss zwischen Rohfaser und sonstigen stickstofffreien Stoffen war in diesen Versuchen ein in ziemlich weiten Grenzen schwankendes, auf je 1 Th. Rohfaser kamen bei der reinen Heufütterung in Versuch 1 und 4 2,3 Th.; in Versuch 6 bei einem anderen Heu 2,0 Th.; bei den Stärkmehl- und Zuckerversuchen 3,0 Th.; bei den Oelversuchen 2,5 Th. sonstige stickstofffreie Stoffe von der verschiedensten Zusammensetzung. Die Vermehrung derselben wurde das eine Mal durch Stärkmehl, das zweite Mal durch Oel, das dritte Mal durch Zucker herbeigeführt, trotzdem sehen wir in den meisten Versuchen völlige Uebereinstimmung zwischen den gefundenen und den berechneten Werthen und auch da, wo sich bei dem einen Thiere Abweichungen zeigen, stimmen die Resultate des anderen Thieres vollständig mit den berechneten Werthen überein. Für jene bleibt durch weitere Versuche zu erforschen, wodurch diese Abweichungen herbeigeführt seien.

Der Versuch, aus den beobachteten Werthen eine Formel für die Ausnutzung der Nährstoffe abzuleiten, ist nicht neu, es stellte Henneberg[1]) bereits vor mehreren Jahren eine Formel auf, die sich von der unsrigen im Wesentlichen nur dadurch unterscheidet, dass der Rohfaser ein bestimmter Einfluss eingeräumt wird.[2]) Die Veranlassung zur Abänderung der Formel fanden wir darin, dass die Resultate einer Reihe von neueren Versuchen absolut nicht mit jener Formel in Einklang zu bringen waren. Nachdem wir das ganze uns vorliegende Material von 105 Versuchen durchrechnet hatten, kamen wir zu jener Formel, die mit den bei weitem meisten Versuchen genügend übereinstimmt. Die meisten der Beobachtungen liegen innerhalb der Grenzen, wo auf 1 Th. Eiweissstoffe 2—8 Th. stickstofffreie Stoffe kommen und hier finden wir nur wenige Abweichungen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen. Die Differenzen werden um so häufiger und um so grösser, je weiter das Verhältniss von Eiweissstoffen und

---

1) Henneberg und Stohmann, Beiträge, II. Heft S. 332.

2) Auch nach unseren früheren Versuchen glaubten wir dem Verhältniss von Rohfaser und stickstofffreien Stoffen eine besondere Bedeutung beilegen zu sollen, die aber in Wirklichkeit nicht stattfindet, da sich bei dem verschiedensten Mischungsverhältniss dieser Stoffe ein gleiches Verhalten zeigt.

stickstofffreien Stoffen die Grenzen von 1 : 8 übersteigt. Vielleicht wäre es richtiger in diesen Fällen, wenn also das Verhältniss von Eiweiss zu stickstofffreien Stoffen wie 1 : 10, 12, 14 etc. wird, eine andere Constante in die Formel einzuschalten, doch liegen vorläufig noch zu wenig Beobachtungen vor, um hierzu sicheren Anhalt zu geben.

Wir glauben es unter allen Umständen als einen wesentlichen Fortschritt betrachten zu dürfen, wenn es gelingt, bestimmte Gesetzmässigkeiten für die wahrscheinliche Ausnutzung des Futters aufzufinden. Sobald dieses aber geschieht, ist man auch berechtigt, diese Gesetzmässigkeiten durch eine mathematische Formel auszudrücken.

Für die stickstofffreien Stoffe fanden wir in unseren früheren Versuchen, dass die Summe der verdauten Rohfaser und der stickstofffreien Extractstoffe sehr nahezu 86 Proc. der stickstofffreien Extractstoffe des Futters ausmache, so dass also die Verdaulichkeit der Cellulose nicht völlig die nicht verdauliche Menge der stickstofffreien Extractstoffe compensirt. Wir gaben diesem Verhältniss durch die Formel

$$\alpha C' + H' = \alpha C.\ 0{,}86$$

Ausdruck. Zu ganz ähnlichen Werthen kommen wir bei unseren diesjährigen Versuchen:

		Stickstofffreie Extractstoffe und Fett im Futter $\alpha C'$	Verdaut: Rohfaser H'	Verdaut: Stickstofffreie Extractstoffe und Fett $\alpha C'$	$H' + \alpha C'$	$\frac{H' + \alpha C'}{\alpha C'}$
Wiesenheu						
Versuch 1.	Thier I	4094	1102	2583	3685	0,90
	II	4042	1057	2459	3516	0,87
4.	I	5004	1211	2978	4189	0,84
	II	4981	1190	3052	4242	0,85
6.	II	4337	1233	2448	3681	0,85
Heu — Stärkmehl						
2.	I	5501	1077	3794	4871	0,89
	II	5463	895	3606	4501	0,82
Heu — Oel						
3.	I	5198	1212	3207	4419	0,85
	II	5146	1105	3043	4148	0,81
Heu — Zucker						
5.	I	5844	1010	3878	4888	0,84
	II	5734	946	3908	4854	0,85

Hier bewegt sich also die Ausnutzung der stickstofffreien Stoffe des Futters gänzlich innerhalb derselben Grenzen des Verhältnisses zwischen stickstofffreien Extractstoffen im Futter und verdauten stickstofffreien Stoffen, wie wir sie in den früheren Versuchen bei einem ganz anderen Futter gefunden hatten.

Endlich sei hier noch das Verhältniss der einzelnen Bestandtheile des verzehrten Futters gegeben.

	Eiweiss	Rohfaser	Fett	Nfr. Extractstoffe	Nfr. Extractstoffe und Fett
Wiesenheu 1. Ziege I	100	204	32	436	468
II	100	205	32	437	469
4. I	100	203	31	434	465
II	100	202	31	433	465
6. I	100	253	27	471	498
II	100	256	27	472	499
Wiesenheu—Stärkmehl 2. Ziege I	100	202	31	563	595
II	100	199	31	559	590
Heu—Oel 3. Ziege I	100	202	65	433	498
II	100	200	65	431	496
Heu—Zucker 5. Ziege I	100	202	31	580	611
II	100	203	31	584	616

II. Umsatz der Eiweissstoffe.

Als Unterlage für die Berechnung des Umsatzes der Eiweissstoffe dienen uns die, aus der procentischen Zusammensetzung und der producirten resp. consumirten Menge von Koth, Harn, Milch und Futterstoffen abgeleiteten Werthe für den absoluten Gehalt dieser Stoffe an Stickstoff. Die im Futter und im Kothe enthaltenen sind oben bereits ermittelt, und wir können daher jene Zahlen hier verwerthen. Es erübrigt uns noch, die im Harn und in der Milch ausgeschiedenen Mengen von Stickstoff zu berechnen.

	Ziege I.						Ziege II.					
	Harn			Milch			Harn			Milch		
	Producirt	Stickstoff		Producirt	Stickstoff		Producirt	Stickstoff		Producirt	Stickstoff	
	Grm.[1])	Proc.	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.
I. Versuchsperiode: Wiesenheu (6 Tage)												
Juli 19 . . .	2288	0,47	10,75	793	0,38	3,01	1656	0,56	9,27	730	0,44	3,21
20 . . .	2939	0,39	11,46	757	0,38	2,88	1063	0,52	5,53	724	0,45	3,26
21 . . .	1986	0,43	8,54	792	0,39	3,09	1991	0,43	8,56	708	0,44	3,16
22 . . .	2236	0,52	11,63	667	0,39	2,60	1568	0,61	9,56	800	0,45	3,60
23 . . .	2527	0,46	11,62	720	0,37	2,66	1487	0,47	6,99	681	0,46	3,13
24 . . .	2370	0,47	11,14	759	0,37	2,81	2066	0,53	10,95	673	0,44	2,96
Pro 6 Tage			65,14			17,05			50,86			19,32
Pro Tag			10,86			2,84			8,48			3,22
II. Versuchsperiode: Wiesenheu—Stärkmehl (7 Tage)												
Aug. 2 . . .	2518	0,32	8,06	836	0,39	3,26	1672	0,37	6,19	816	0,49	4,00
3 . . .	1788	0,42	7,51	878	0,39	3,42	1685	0,38	6,40	775	0,48	3,72
4 . . .	2000	0,46	9,20	817	0,40	3,27	1639	0,38	6,23	765	0,46	3,52
5 . . .	1746	0,51	8,90	819	0,40	3,28	1302	0,44	5,73	816	0,46	3,75
6 . . .	2045	0,40	8,18	835	0,38	3,17	2165	0,28	6,06	779	0,47	3,66
7 . . .	2096	0,43	9,01	766	0,41	3,14	2129	0,33	7,03	715	0,48	3,43
Pro 6 Tage			50,86			19,54			37,64			22,08
Pro Tag			8,48			3,26			6,27			3,68

1) Unter der producirten Harnmenge ist hier, wie später überall, der mit Wasser verdünnte Harn zu verstehen.

	Ziege I.						Ziege II.					
	Harn			Milch			Harn			Milch		
	Producirt	Stickstoff		Producirt	Stickstoff		Producirt	Stickstoff		Producirt	Stickstoff	
	Grm.	Proc.	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.
III. Versuchsperiode: Wiesenheu — Oel (7 Tage)												
Aug. 16 . .	1903	0,47	8,94	723	0,43	3,11	1935	0,49	9,48	726	0,49	3,56
17 . .	2396	0,43	10,30	713	0,42	2,99	2018	0,46	9,28	752	0,50	3,76
18 . .	2149	0,44	9,46	671	0,43	2,89	2154	0,51	10,99	704	0,49	3,45
19 . .	2198	0,48	10,55	718	0,43	3,09	1909	0,53	10,12	755	0,49	3,70
20 . .	2098	0,48	10,07	700	0,45	3,15	1878	0,53	9,95	712	0,50	3,56
21 . .	2103	0,50	10,52	648	0,48	3,11	1759	0,53	9,32	654	0,50	3,27
6 Tage			59,84			18,34			59,14			21,30
Pro Tag			9,97			3,05			9,86			3,55
IV. Versuchsperiode: Wiesenheu (7 Tage)												
Aug. 30 . .	1804	0,52	9,38	601	0,48	2,88	1910	0,51	9,74	614	0,55	3,38
31 . .	2065	0,55	11,36	566	0,50	2,83	2083	0,48	10,00	572	0,53	3,03
Sept. 1 . .	1876	0,62	11,63	546	0,50	2,73	1605	0,57	9,15	571	0,50	2,86
2 . .	1940	0,58	11,25	549	—	—	1913	0,54	10,33	521	0,53	2,76
3 . .	1765	0,65	11,47	556	—	—	1698	0,60	10,19	552	0,49	2,70
4 . .	1807	0,61	11,02	510	0,49	2,50	1883	0,54	10,17	547	0,54	2,95
6 Tage			66,11		(4 Tage)	10,94		(6 Tage)	59,58			17,68
Pro Tag			11,02			2,74			9,93			2,95

	Ziege I.						Ziege II.					
	Harn			Milch			Harn			Milch		
	Producirt	Stickstoff		Producirt	Stickstoff		Producirt	Stickstoff		Producirt	Stickstoff	
	Grm.	Proc.	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.
V. Versuchsperiode: Wiesenheu — Zucker.												
Sept. 13 . .	1567	0,37	5,80	443	0,53	2,35	1532	0,42	6,43	579	0,57	3,30
14 . .	1439	0,43	6,19	465	0,49	2,28	1477	0,40	5,91	553	0,57	3,15
15 . .	1636	0,39	6,38	464	0,52	2,41	1283	0,40	5,13	526	0,55	2,89
16 . .	1681	0,35	5,88	436	0,53	2,31	1504	0,34	5,11	526	0,54	2,84
17 . .	1725	0,38	6,56	416	0,54	2,25	1406	0,36	5,06	525	0,55	2,89
18 . .	1653	0,35	5,79	435	0,53	2,31	1455	0,32	4,66	548	0,54	2,96
6 Tage			36,60			13,91			32,30			18,03
Pro Tag			6,10			2,32			5,38			3,00
VI. Versuchsperiode: Wiesenheu.												
Sept. 27 . . .	2527	0,37	9,35	448	0,55	2,46	1756	0,46	8,08	416	0,58	2,41
28 . . .	2257	0,40	9,03	398	0,58	2,31	1425	0,50	7,12	430	0,58	2,49
29 . . .	2569	0,38	9,78	387	0,59	2,22	1394	0,53	7,39	404	0,60	2,42
30 . . .	2119	0,43	9,11	392	0,60	2,35	1617	0,46	7,41	434	0,59	2,52
Oct. 1 . . .	2019	0,46	9,29	358	0,60	2,15	1738	0,40	6,95	444	0,60	2,66
2 . . .	1924	0,45	8,68	358	0,58	2,08	—	—	—	450	0,61	2,75
6 Tage			55,24			13,57		(5 Tage)	36,98		(6 Tage)	15,25
Pro Tag			9,21			2,26			7,60			2,54

Bei den früheren Versuchen haben wir uns für die Zusammensetzung des Fleisches ohne weitere Prüfung des von Voit für mageres Fleisch angenommenen Stickstoffgehaltes von 3,4 Proc. bedient. Um jedoch auch in dieser Beziehung ganz sicher zu gehen, sind noch einige Bestimmungen ausgeführt und zwar einmal mit dem Fleische von Ziege I und ausserdem mit dem von einem 12 Tage alten Lamm von Ziege II. Die zwei Bestimmungen am Ziegenfleische (denen ich noch 2 Analysen von Pferdefleisch und zwar A von einer Probe 3 Tage nach dem Schlachten, B. 24 Stunden nach dem Schlachten beifüge) sind im März 1869 gemacht, nachdem die Thiere während des Winters mit Heu, Küchenabfällen und entfettetem Rapssamen ernährt worden waren. Das Fleisch der älteren Ziege wurde unmittelbar nach dem Schlachten vom Hinterschenkel, das des Lammes vom Vorder- und Hinterschenkel genommen und zwar so, dass die Muskelpartien frei gelegt, und, soweit es mit Messer und Scheere möglich war, sowohl von Sehnen als auch von Fett befreit wurden. Die Analyse ergab folgende Resultate:

	Ziege	Lamm	Pferd A.	Pferd B.
Trockensubstanz	23,90	21,41	26,1	24,2
Wasser	76,10	78,59	73,9	75,8
Stickstoff im trocknen Fleisch	13,91	14,56	13,1	13,6
„ „ frischen „	3,33	3,32	3,4	3,3

Der gleiche Stickstoffgehalt des frischen Fleisches der beiden so verschiedenen Ziegen bei gänzlich verschiedenem Gehalt an Trockensubstanz zeigt deutlich auf die Veränderungen des Fleisches in verschiedenen Zuständen hin. Bei beiden Thieren haben wir gleiche Eiweissmengen, sie unterscheiden sich aber dadurch, dass die Zellen des wässerigen Fleisches des Lammes mit Wasser gefüllt sind, während die des älteren Thieres dafür Fett oder sonstige stickstofffreie Materien in grösserer Menge enthalten.

Der Vollständigkeit halber mag hier noch eine für einen andern Zweck angestellte Analyse von menschlichem Muskelfleisch und verschiedenen Organen des menschlichen Körpers mit angeführt werden. Die Zahlen sind für den wasserfreien Zustand berechnet.

	Muskel-fleisch	Darm	Milz	Niere	Gehirn
Kohlenstoff	51,66	51,15	51,98	54,92	57,74
Wasserstoff	7,97	7,87	8,22	8,63	9,07
Sauerstoff und Schwefel	22,17	20,65	18,97	19,91	18,47
Stickstoff	13,68	14,34	13,81	11,63	7,69
Asche	4,52	5,99	7,02	4,91	7,03

Sämmtliche Organe wurden uns getrocknet übergeben, über deren Wassergehalt sind daher keine Angaben zu machen. Wenn wir für das Muskelfleisch einen Wassergehalt von 75 Proc. annehmen, so ergiebt dieses einen Stickstoffgehalt von 3,42 Proc. im frischen Fleische. Es mögen diese Zahlen als eine weitere Bestätigung der Voit'schen Beobachtung gelten und wir werden bei künftigen Berechnungen um so mehr bestärkt, uns der Voit'schen Zahl 3,4 Proc. zu bedienen.

Der Umsatz des Stickstoffs stellt sich demnach folgendermaassen pro Tag:

Versuchs-periode	Thier	Nahrung	Einnahme: Stickstoff in der Nahrung Grm.	Ausgaben: Stickstoff in Koth Grm.	Harn Grm.	Milch Grm.	Summa Grm.
1	I	Wiesenheu	23,3	9,3	10,9	2,8	23,0
	II	„	23,0	10,5	8,5	3,2	22,2
2	I	Wiesenheu—Stärkmehl	21,1	9,7	8,5	3,3	21,5
	II	„ „	21,1	11,4	6,3	3,7	21,4
3	I	Wiesenheu—Oel	23,9	10,4	10,0	3,1	23,5
	II	„ „	23,7	10,1	9,9	3,6	23,6
4	I	Wiesenheu	24,6	10,6	11,0	2,7	24,3
	II	„	24,5	10,4	9,9	3,0	23,3
5	I	Wiesenheu—Zucker	21,9	11,4	6,1	2,3	19,8
	II	„ „	21,3	10,0	5,4	3,0	18,4
6	I	Wiesenheu	21,9	9,6	9,2	2,3	21,1
	II	„	19,9	9,0	7,4	2,5	18,9

Betrachten wir unsere Versuche als absolut fehlerfrei und vernachlässigen wir die geringe Menge von Stickstoff, welche zur Pro-

duction der Haare verwandt wird, so können wir mit diesen Zahlen die Veränderungen am Fleischbestande im Körper der Thiere ermitteln und diese mit den beobachteten Lebendgewichtsveränderungen vergleichen.

Ueber die Bedeutung der Lebendgewichtsveränderungen haben wir uns bereits früher eingehend ausgesprochen[1]) und brauchen daher nicht darauf zurückzukommen. Für unsere Vergleichungen wählen wir, wegen der durch viele Zufälligkeiten bedingten Schwankungen, nicht die täglichen Wägungen am Anfang und am Ende der Versuchsperiode, sondern halten es für richtiger, das Durchschnittsgewicht der Versuchswoche zu vergleichen.

Ziege I. 1. Gewicht: 11.—18. Juli 35,891 Kilo.
19.—24. „ 36,865 „
Zunahme in 6 Tagen 974 Grm.
Pro Tag . . . . 162 „

In den Ausgaben haben wir 0,3 Grm. Stickstoff weniger als in der Nahrung, es ist 9 Grm. Fleisch angesetzt. Also

Fleischansatz . . . . . 9 Grm.
Sonstiger Ansatz . . . 153 „
Im Ganzen . . . 162 Grm.

2. Gewicht: 27. Juli bis 1. August 37,743 Kilo.
2.—8. August . . . 37,006 „
Abnahme in 7 Tagen 737 Grm.
Pro Tag . . . . . 105 „

In den Entleerungen sind 0,4 Grm. Stickstoff mehr als in den Einnahmen, folglich ist ein Verlust von 12 Grm. Fleisch eingetreten.

Also Fleischverlust . . . 12 Grm.
Sonstiger Verlust . . . 93 „
Verlust . . . . . . 105 „

3. Gewicht: 9.—15. August . . 38,560 Kilo.
16.—22. August . . 38,761 „
Zunahme in 7 Tagen 201 Grm.
Pro Tag . . . . . 29 „

---

1) Journ. f. Landw. 1869, 156.

In den Entleerungen sind 0,4 Grm. Stickstoff weniger als im Futter, folglich ein Ansatz von 12 Grm. Fleisch.

Also Fleischansatz . . .	12 Grm.
Sonstiger Ansatz . . .	17 „
	29 Grm.

4. Gewicht:	23.—29. August . .	38,271 Kilo.
	30. Aug. bis 5. Sept.	38,547 „
	Zunahme in 7 Tagen	276 Grm.
	Pro Tag	39 „

In den Entleerungen sind 0,3 Grm. Stickstoff weniger als im Futter, also

Fleischansatz	9 Grm.
Sonstiger Ansatz . . .	30 „
	39 Grm.

5. Gewicht:	6.—12. September . .	38,547 Kilo.
	13.—19. September .	39,787 „
	Zunahme in 7 Tagen	1240 Grm.
	Pro Tag	177 „

In den Entleerungen sind 2,1 Grm. Stickstoff weniger als im Futter, also

Fleischansatz	62 Grm.
Sonstiger Ansatz . . .	115 „
	177 Grm.

6. Gewicht.	20.—26. September .	40,446 Kilo.
	27. Sept. bis 3. Oct.	41,114 „
	Zunahme in 7 Tagen	668 Grm.
	Pro Tag	95 „

In den Entleerungen sind 0,8 Grm. Stickstoff weniger als im Futter, also

Fleischansatz . .	24 Grm.
Sonstiger Ansatz . .	71 „
	95 Grm.[1])

1) Wegen des zurückgehaltenen Kothes sind die Lebendgewichte dieser Reihe unsicher, wir legen daher auf diesen Versuch kein Gewicht.

Ziege II. 1. Gewicht: 11.—18. Juli . . . . 28,829 Kilo.
19.—24. Juli . . . . 28,843 „
Zunahme in 6 Tagen 14 Grm.
Pro Tag . . . . . 2 „

In den Entleerungen sind 0,8 Grm. Stickstoff weniger als im Futter, also

Fleischansatz . . . . 24 Grm.
Verlust sonstiger Bestandtheile 22 „
2 Grm.

2. Gewicht: 27. Juli bis 1. August 28,805 Kilo.
2.—8. August . . . . 28,229 „
Abnahme in 7 Tagen 574 Grm.
Pro Tag . . . . . 82 „

In den Entleerungen waren 0,3 Grm. Stickstoff mehr als im Futter, also

Fleischverlust . . . . 9 Grm.
Sonstiger Verlust . . . 73 „
82 Grm.

3. Gewicht: 9.—15. August . . 29,491 Kilo.
16.—22. August . . 29,944 „
Zunahme in 7 Tagen 503 Grm.
Pro Tag . . . . . . 72 „

In den Entleerungen 0,1 Grm. Stickstoff weniger als im Futter, folglich

Fleischansatz . . . . . . 3 Grm.
Sonstiger Ansatz . . . 69 „
72 Grm.

4. Gewicht: 23.—29. August . . 30,096 Kilo.
30. Aug. bis 5. Sept. 30,341 „
Zunahme in 7 Tagen 245 Grm.
Pro Tag . . . . . . 35 „

In den Entleerungen 1,2 Grm. Stickstoff weniger als im Futter, folglich

Fleischansatz . . . . . . 35 Grm.
Sonstiger Ansatz . . . 0 „
35 Grm.

5. Gewicht: 6.—12. September . 30,163 Kilo.
13.—19. September . 30,907 „
Zunahme in 7 Tagen 744 Grm.
Pro Tag . . . . . 106 „

In den Entleerungen 2,9 Grm. Stickstoff weniger als im Futter, also

Fleischansatz . . . . 85 Grm.
Sonstiger Ansatz . . . 21 „
106 Grm.

6. Gewicht: 20.—26. September . 31,350 Kilo.
27. Sept. bis 3. Oct. 31,223 „
Abnahme in 7 Tagen 127 Grm.
Pro Tag . . . . . 18 „

In den Entleerungen 1,0 Grm. Stickstoff weniger als im Futter, also

Fleischansatz . . . . 29 Grm.
Abnahme sonstiger Bestandth. 47 „
Abnahme . . . . 18 Grm.

Stellen wir die so ermittelten Werthe tabellarisch zusammen, so kommen wir zu folgendem Ergebniss.

Uebersicht der täglichen Körperveränderungen.

Versuch	Thier	Futter	Zunahme		Abnahme	
			Fleisch Grm.	Sonstige Grm.	Fleisch Grm.	Sonstige Grm.
1	I	Wiesenheu	9	153	—	—
	II	„	24	—	—	22
2	I	Wiesenheu—Stärkmehl	—	—	12	93
	II	„ „	—	—	9	73
3	I	Wiesenheu—Oel . .	12	17	—	—
	II	„ „ . .	3	69	—	—
4	I	Wiesenheu	9	30	—	—
	II	„	35	—	—	—
5	I	Wiesenheu—Zucker .	62	115	—	—
	II	„ „ .	85	21	—	—
6	I	Wiesenheu	24	71	—	—
	II	„	29	—	—	47

Wir haben im Vorstehenden die Veränderungen des Körpers während der Versuchswochen mit den Körpergewichten der Vorwochen, während welchen die Thiere gleiches Futter bekamen, verglichen. Diese Versuche beweisen, dass beim Eiweissumsatz der Stickstoff der Nahrung den Körper nicht in anderer Form als der der festen und flüssigen Entleerungen verlässt, dass kein Stickstoff mit den Respirationsprodukten entweicht.

Es ist dieses Resultat im Gegensatz zu dem unserer früheren Versuche, nach welchen wir ein sehr erhebliches Stickstoffdeficit fanden. Nach den damaligen Resultaten mussten wir uns die Fragen vorlegen, ob diese gasige Ausscheidung eine Eigenthümlichkeit der Thierart sei, mit welcher wir arbeiteten, oder ob sie durch das damalige Futter, welches ausserordentlich reich an Stickstoff war, bedingt gewesen sei. Die erste dieser Fragen ist durch die vorliegenden Versuche erledigt, die zweite ist ebenfalls gegenwärtig durch neue, 1869 mit stickstoffreichem Futter angestellte Versuche gelöst, indem diese letzteren uns belehrt haben, dass das Resultat der früheren Arbeiten falsch war. Die bedeutenden Stickstoffverluste der damaligen Versuche können wir uns nur dadurch erklären, dass der hölzerne Boden unseres früheren Stalles gegen unsere Erwartungen grosse Mengen von Harn aufgesogen und dass der Harnstoff in dem Holze bei der hohen Sommertemperatur sich sehr rasch zersetzt habe.

Nach diesen Ergebnissen steht nun wohl unzweifelhaft fest, dass beim Stoffwechsel der Thiere aller Stickstoff der Nahrung entweder in den flüssigen und festen Entleerungen oder in den Körperbestandtheilen zu suchen sei.

Vergleichen wir nun die Effecte der Veränderungen des Futters untereinander, so finden wir zunächst, indem wir einen Theil des Heues durch Stärkmehl ersetzen, bei dem einen Thiere fast Gleichbleiben des Lebendgewichtes, bei dem anderen eine Abnahme.

I.	19.—25. Juli	1243 Grm	wasserfreies Heu	36,865 Kilo.
	2.—9. August	1125 „ 172 „	„ „ Stärkmehl „	37,006 „

II. 19.—25. Juli 1224 Grm. wasserfreies Heu 28,843 Kilo.

2.—9. August { 1113 „ „ „ / 172 „ Stärkmehl } 28,229 „

Bei der darauf folgenden Fütterung unter Zusatz von Oel steigt bei beiden Thieren das Lebendgewicht sehr beträchtlich:

I. 16.—22. Aug. { 1266 Grm. wasserfreies Heu / 50 „ Oel } 38,761 Kilo.

II. 16.—22. Aug. { 1252 „ wasserfreies Heu / 50 „ Oel } 29,994 „

In der vierten Versuchsperiode, bei der Rückkehr zum reinen Heu, verhalten sich die Thiere verschieden; I zeigt gegen die Fettfütterung eine Abnahme des Gewichtes, II dagegen eine Zunahme.

I. 30. August bis 5. Sept. 1308 Grm. wasserfr. Heu 37,874 Kilo.
II. 30. „ „ 5. „ 1302 „ „ „ 30,341 „

Vergleichen wir aber diese Gewichte mit denen der ersten Versuchsperiode, in welcher sie gleichfalls reines Heu [1]) bekamen, so ist auch hier eine sehr erhebliche Gewichtsvermehrung bei beiden Thieren nicht zu verkennen.

In der fünften Periode Heu—Zucker, haben wir in beiden Fällen wieder Gewichtsvermehrung, die bei I den in der vorhergehenden Periode erlittenen Verlust nicht nur deckt, sondern ihr Gewicht auch über das der Heu—Oel-Woche erhebt.

I. 13.—19. Sept. { 1162 Grm. wasserfreies Heu / 200 „ Zucker } 39,787 Kilo.

II. 13.—19. Sept. { 1128 „ wasserfreies Heu / 200 „ Zucker } 30,907 „

Endlich in der sechsten Versuchsperiode haben wir bei reinem Heu wieder eine Gewichtsvermehrung, bei I eine sehr erhebliche, die wir aber nicht weiter berücksichtigen wollen, da wir nach dem früher Gesagten annehmen müssen, dass das Thier eine Portion Koth im Leibe zurückbehielt, welche auf das Lebendgewicht in-

1) Die verschiedenen Mengen an wasserfreier Heusubstanz zwischen der ersten und vierten Versuchsperiode, bei gleicher Futtermenge, in beiden Fällen 1500 Grm., sind dadurch herbeigeführt, dass das Heu in der ersten Periode 17,75 Proc., in der vierten aber nur 12,21 Proc. Wasser enthielt.

fluiren musste, und wir wollen, weil dieser Versuch auch für unsere Zwecke entbehrt werden kann, es unterlassen, eine entsprechende Correction des Lebendgewichtes anzubringen. Bei Ziege II war während einiger Tage eine geringere Fresslust vorhanden, so dass sie durchschnittlich statt ca. 1300 Grm. nur 1151 Grm. wasserfreies Heu consumirte, trotzdem sehen wir eine Steigung des Lebendgewichtes:

13. bis 19. Sept. . . . . . 30,907 Kilo.
27. Sept. bis 3. Oct. . . . 31,223 „

Betrachten wir die Gewichte der Thiere am Anfang und am Ende des Versuches, so ist es wohl unzweifelhaft, dass wir es mit Vorgängen der Mastung, der Körpersubstanzvermehrung zu thun haben. Die Zahlen der Trockensubstanz des Futters belehren uns, dass hier nicht etwa nur eine Anfüllung des Verdauungsapparates stattgefunden habe. Das ganze Ansehen und das Verhalten der Thiere zeigte, dass nicht etwa eine blosse Aufschwemmung der Gewebe durch aufgenommenes Wasser eingetreten sei. Wir müssen desshalb, soweit die oben ermittelten Zahlen für Fleischansatz nicht ausreichen, auf einen beträchtlichen Ansatz von Fett schliessen. Ob aber Fett allein, oder Fett und angesetztes Wasser an der Gewichtsvermehrung betheiligt sei, darüber ist es nicht möglich irgend welche Auskunft zu geben, da der Respirationsapparat, welcher allein im Stande ist diese Frage zu lösen, uns gegenwärtig noch fehlt.

Auf das verschiedene Verhalten von Stärkmehl und Zucker ist noch hinzuweisen. Bei beiden Thieren haben wir gleichmässig bei Stärkmehlfütterung Fleisch und Fettverlust, bei Zuckerfütterung bei beiden gleichmässig Fleisch- und Fettansatz. Wir können dieses vorläufig nur als Thatsache constatiren, ohne im Stande zu sein, dafür eine Erklärung zu geben.

Vergleichen wir nun auch die Effecte der Ernährung bei diesen Versuchen mit denen unserer früheren vom Jahre 1866. In den hier besprochenen Versuchen erhielten die Thiere ein Futter, dessen Stickstoffgehalt zwischen 20 und 24 Grm. pro Tag schwankte, bei einem Verhältniss von 100 Eiweiss zu 460—600 stickstofffreien Stoffen. In den früheren Versuchen erhielt I durchschnittlich 32 Grm., in einem Versuche 43 Grm., II 37—38 Grm., in einem Versuche 62 Grm. Stickstoff in der Nahrung, während hier auf

100 Eiweiss durchschnittlich nicht über 300 stickstofffreie Stoffe kamen. Trotzdem war die Gewichtsvermehrung bei dem stickstoffärmeren Futter weit beträchtlicher als bei dem so stickstoffreichen. Diese rohen Zahlen gestatten allerdings an sich noch keine bestimmte Folgerung, sie bestätigen aber das anticipando zu erwähnende Resultat unserer neuesten Versuche vom Jahre 1869, woraus wir mit Sicherheit folgern, dass eine Vermehrung des Stickstoff-(Eiweiss)-Gehaltes der Nahrung über ein gewisses Maass wohl den Eiweissumsatz, nicht aber den Eiweissansatz vermehrt. Es zeigt daher der Pflanzenfresser auch in dieser Beziehung genau dasselbe Verhalten, welches Voit in so vielen Versuchen für den Fleischfresser nachgewiesen hat[1]).

Ein weiterer Beweis hierfür wird durch unsere Versuchsreihen 4 und 5 geliefert. Bei 5. Wiesenheu—Zucker verhält sich Stickstoff der Nahrung zum Stickstoff im Harn wie:

I 21,9 : 6,1
II 21,3 : 5,4

Bei Versuch 4 mit reinem Wiesenheu waren die Verhältnisse:

I 24,6 : 11,0
II 24,5 : 9,9

Der Stickstoffgehalt des Futters verhielt sich in dem Versuch 5 zu dem vom Versuch 4 wie:

100 : 112—111.

Der Stickstoffgehalt des Harns dagegen in den beiden Versuchen wie: 100 : 180 — 183.

Er zeigt also, dass hier in Versuch 5 die Verringerung des Eiweissgehaltes und die Zufuhr des Zuckers verringernd auf den Stickstoffumsatz eingewirkt haben, die oben angeführten Zahlen beweisen, dass hiermit ein vermehrter Fleisch- und Fettansatz verbunden gewesen ist.

Im Sommer 1869 hielten wir ein Thier 14 Wochen lang bei einem Futter von 700 Grm. Heu und 800 Grm. Leinmehl (fettarm) mit einem Stickstoffgehalt von 52 Grm. Während der letzten fünf

1) Nach Mittheilungen des Herrn Dr. Märker, bei der Versammlung der Agrikultur-Chemiker in Halle, leiten die in Weende bei Hammeln gemachten Beobachtungen zu demselben Schlusse.

Wochen wurden **täglich** die Stickstoffbestimmungen ausgeführt. Das Thier befand sich sehr nahezu im Stickstoffgleichgewicht, die Körpergewichtszunahme war minimal, es wurden täglich im Harn 28,9 Grm. Stickstoff ausgeschieden. Vom 11. Juli ab erhielt das Thier 900 Grm. Heu, 200 Grm. Stärkmehl, 400 Grm. Leinmehl, wodurch der Stickstoffgehalt der Nahrung auf 35 Grm. erniedrigt wurde. Der Stickstoffgehalt des Harns zeigte folgende Schwankungen:

11. Juli	. .	17,30 Grm.
13. „	. .	16,70 „
14. „	. .	15,42 „
15. „	. .	16,97 „
16. „	. .	15,86 „
17. „	. .	14,37 „

In der Woche vom 25.—31. Juli befand sich das Thier mit 15,31 Grm. Stickstoff im Harn im Gleichgewicht. Das Lebendgewicht hatte in diesen drei Wochen um 1½ Kilo. zugenommen.

Wir haben oben die Menge des Stickstoffs, welcher für die Production der Haare verwandt wird, nicht berücksichtigt. Um uns zu überzeugen, wie weit dieses auf die Umsatzberechnungen influiren kann, haben wir im Frühjahr 1869 3 Thiere geschoren und dabei folgende Mengen von Haaren erhalten:

Ia	13. April	. .	213 Grm.
II	13. „	. .	262 „
Ib	10. Mai	. .	178 „
	Im Mittel		218 Grm.

Die lufttrocknen Haare enthielten 15,8 Proc. Wasser und im wasserfreien Zustande 16,3 Proc. Stickstoff (2 Analysen mit 16,35 und 16,28 Proc.). Der durchschnittliche Stickstoffgehalt der Haare eines Thieres berechnet sich demnach auf 30 Grm. Nehmen wir nun an, dass bei diesen das Haar wechselnden Thieren die Gesammtmenge der vorhandenen Haare in 6 Monaten erzeugt sei, so würde der tägliche Stickstoffbedarf für die Haarproduction 0,166 Grm. betragen, also ein Werth, der vollständig in die Grenze der Beobachtungsfehler fällt. Es wird dieser Werth in Wirklichkeit sich noch geringer stellen, da es durchaus nicht wahrscheinlich ist, dass alles Haar im Laufe von 6 Monaten gewachsen ist.

III. Einfluss des Futters auf die Milchproduction.

1. Procentische Zusammensetzung.

Die procentische Zusammensetzung der Milch ist in folgender Tabelle zusammengestellt, Tafel II zeigt dieselbe in graphischer Darstellung.

Datum	Ziege I					Ziege II.				
	Trocken-substanz	Fett	Eiweiss	Zucker	Salze	Trocken-substanz	Fett	Eiweiss	Zucker	Salze
1. Wiesenheu.										
19. Juli	11,43	3,85	2,38	4,44		11,23	3,10	2,75	4,53	
20.	11,37	3,58	2,38	4,65		10,96	2,86	2,81	4,44	
21.	11,58	3,85	2,44	4,53		10,55	2,61	2,75	4,34	
22.	11,50	3,57	2,44	4,73	0,76	10,92	3,00	2,81	4,26	0,85
23.	11,67	3,99	2,31	4,61		11,23	3,14	2,88	4,36	
24.	11,24	3,78	2,31	4,39		11,28	3,31	2,75	4,37	
Mittel	**11,47**	**3,77**	**2,38**	**4,56**	**0,76**	**11,03**	**3,00**	**2,79**	**4,38**	**0,85**
2. Heu—Stärkmehl.										
2. Aug.	11,16	3,21	2,44	4,76		10,80	—	3,06	—	
3.	11,39	3,49	2,44	4,71		10,88	2,70	3,00	4,37	
4.	11,28	3,33	2,50	4,70		10,33	2,26	2,88	4,38	
5.	11,43	3,53	2,50	4,65	0,75	10,48	2,42	2,88	4,37	0,81
6.	11,22	3,40	2,38	4,69		10,42	2,31	2,94	4,36	
7.	11,23	3,22	2,56	4,70		10,94	2,59	3,00	4,54	
Mittel	**11,29**	**3,36**	**2,47**	**4,70**	**0,75**	**10,64**	**2,46**	**2,96**	**4,40**	**0,81**
3. Heu—Oel.										
16. Aug.	12,12	4,09	2,69	4,53		11,26	3,10	3,06	4,20	
17.	11,94	3,93	2,63	4,57		11,45	3,33	3,13	4,10	
18.	11,73	3,73	2,69	4,50		11,43	3,17	3,06	4,30	
19.	11,99	4,02	2,69	4,47	0,81	11,27	3,21	3,06	4,10	0,90
20.	11,99	3,88	2,81	4,49		11,38	3,10	3,13	4,26	
21.	12,41	4,11	3,00	4,49		11,76	—	3,13	—	
Mittel	**12,03**	**3,96**	**2,75**	**4,51**	**0,81**	**11,43**	**3,18**	**3,10**	**4,19**	**0,90**
4. Heu.										
30. Aug.	13,51	5,04	3,00	4,60		12,38	3,84	3,44	4,23	
31.	13,50	4,97	3,13	4,54		12,10	3,48	3,31	4,44	
1. Sept.	14,11	5,75	3,13	4,37		12,37	3,76	3,13	4,62	
2.	13,68	5,29	—	—	0,87	11,94	3,29	3,31	4,47	0,87
3.	13,84	—	—	—		12,42	3,68	3,06	4,81	
4.	13,91	5,12	3,06	4,86		—	—	3,38	—	
Mittel	**13,76**	**5,23**	**3,08**	**4,59**	**0,87**	**12,24**	**3,61**	**3,27**	**4,51**	**0,87**

Datum	Ziege I. Trocken-substanz	Ziege I. Fett	Ziege I. Ei-weiss	Ziege I. Zucker	Ziege I. Salze	Ziege II. Trocken-substanz	Ziege II. Fett	Ziege II. Ei-weiss	Ziege II. Zucker	Ziege II. Salze
5. Heu—Zucker.										
3. Sept	13,29	4,55	3,31	4,51		11,53	2,26	3,56	4,86	
4.	12,59	4,08	3,06	4,53		11,42	2,57	3,56	4,44	
5.	13,13	4,39	3,25	4,57		11,56	2,62	3,44	4,65	
6.	13,08	4,37	3,31	4,48	0,92	11,27	2,45	3,38	4,59	0,85
7.	13,83	5,17	3,38	4,36		11,41	2,70	3,44	4,42	
8.	14,10	5,06	3,31	4,81		11,12	2,23	3,38	4,66	
Mittel	**13,34**	**4,60**	**3,27**	**4,54**	**0,92**	**11,39**	**2,47**	**3,46**	**4,60**	**0,85**
6. Heu.										
7. Sept.	14,68	6,43	3,44	3,90		12,97	4,37	3,63	4,08	
8.	14,66	5,31	3,63	4,81		12,69	3,39	3,63	4,78	
9.	14,80	5,73	3,69	4,47		13,17	4,00	3,75	4,53	
0.	14,73	5,43	3,75	4,64	0,91	13,39	4,27	3,69	4,54	0,89
Oct.	14,28	5,20	3,75	4,42		12,72	3,47	3,75	4,61	
	14,72	5,55	3,63	4,63		12,83	3,56	3,81	4,57	
Mittel	**14,65**	**5,61**	**3,65**	**4,48**	**0,91**	**12,96**	**3,84**	**3,71**	**4,52**	**0,89**

Es zeigen diese Zahlen, dass von einem Tage zum andern in er Zusammensetzung nicht unerhebliche Schwankungen vorkommen. iese Schwankungen bewegen sich aber innerhalb solcher Grenzen, ass eine Verschiedenheit der Zusammensetzung innerhalb der einelnen Versuche nicht zu verkennen ist. Es geht dies namentlich eutlich aus der graphischen Darstellung hervor, bei der man sieht, ass die Schwankungen der einzelnen Versuchsperioden in ganz nderen Ebenen liegen, als die der einzelnen Tage. Vergleichen ir zunächst die Milch der beiden Thiere untereinander während es ganzen Versuchs, so finden wir, dass die von I, dem grösseren hiere, ohne Ausnahme reicher an Trockensubstanz und Fett ist ls die des kleineren Thieres II; im Eiweissgehalt ist dagegen die ilch von II constant etwas höher als die von I; die übrigen Beandtheile: Zucker, Mineralstoffe sind bei beiden so gut wie gleich.

Dieselbe Gesetzmässigkeit, welche wir bei unseren früheren ersuchen für den Eiweissgehalt constatirt hatten[1]), finden wir

1) Zeitschrift des Centralvereins der Prov. Sachsen, October 1868 S. 295; nnalen der Landwirthschaft 1868 Bd. 52, 248; Journ. f. Landw. 1869, 168.

auch hier auf das Bestimmteste ausgesprochen. Der procentisch
Gehalt an Eiweiss steigt regelmässig in gleichem Maasse wie di
Production an Milch abnimmt und diese Steigerung wird nich
durch den grösseren oder geringeren Eiweissgehalt des Futters be
einflusst, sie ist auch unabhängig von den sonstigen Schwankunge
der Zusammensetzung der Milch, sie ist vielmehr lediglich ein
Function der Zeit, welche seit dem Eintritt der Lactationsperiod
verflossen ist und der damit im Zusammenhange stehenden Ver
ringerung der Milchproduction überhaupt, wie folgende Zahle
darthun:

Ziege I.			Ziege II.		
Zahl der Wochen nach der Geburt des Jungen	Milch-Menge Grm.	Eiweiss-gehalt Proc.	Zahl der Wochen nach der Geburt des Jungen	Milch-Menge Grm.	Eiweiss-gehalt Proc.
14	748	2,38	14	719	2,79
16	816	2,47	16	770	2,96
18	697	2,75	18	712	3,10
20	558	3,08	20	565	3,27
22	445	3,27	22	543	3,46
24	385	3,65	24	430	3,71

Nicht so einfach und deutlich zu erkennen sind die übrige
Verhältnisse. Es macht sich hier ebenfalls der Einfluss der Zei
geltend, insoferne als dasselbe Futter, das Heu der 1. und 4. Pe
riode, eine in allen ihren Bestandtheilen verschieden gemischt
Milch liefert. Die in der 4. Periode ist bedeutend concentrirte
als die der ersten; die Concentration nimmt in der 6. Periode noc
mehr zu, doch sehen wir von dieser ab, weil hier ein andere
Heu zur Verwendung kam, welches möglicherweise einen besondere
Einfluss ausgeübt haben kann. Um daher den Einfluss der Zusam
mensetzung des Futters beurtheilen zu können, vergleichen wir di
Zusammensetzung der Milch der ersten Periode mit der der zweite
die der vierten mit der der dritten und fünften.

Bei beiden Thieren haben wir in der zweiten Periode, Heu—Stärkmehl, einen geringeren Fettgehalt als in der ersten:

	Fettgehalt I.	II.
1. Heu	3,77	3,00
2. Heu—Stärkmehl .	3,36	2,46

Ebenso wieder in der dritten und fünften Periode einen ge-
ingeren Fettgehalt als in der vierten:

3. Heu—Oel . . .	3,96	3,18
4. Heu	5,23	3,61
5. Heu—Zucker . .	4,60	2,47

Während wir beim Eiweiss ein ganz regelmässiges, von einer
Periode zur andern fortschreitendes Steigen haben, haben wir es
ier mit einem Auf- nnd Abschwanken zu thun und es scheint
ieses unzweifelhaft mit dem Futter im Zusammenhange zu stehen.
in Einfluss des Fettes ist hier nicht nachweisbar, denn obgleich
ei Fettfütterung eine fettreichere Milch erzielt wurde, als in der
orhergehenden Periode mit Stärkmehl, so ist doch der Fettgehalt
der darauffolgenden Periode, bei einer Ernährung mit blossem
leu, beträchtlich höher als während der Fettwoche. Dagegen
timmen die Schwankungen des Fettgehaltes vollständig mit den
chwankungen des Stickstoffgehaltes der Nahrung:

	I		II	
	Stickstoff der Nahrung Grm.	Fett Proc.	Stickstoff der Nahrung Grm.	Fett Proc.
1.	23,3	3,77	23,0	3,00
2.	21,1	3,66	21,1	2,46
3.	23,9	3,96	23,7	3,18
4.	24,6	5,23	24,5	3,61
5.	21,9	4,60	21,3	2,47

Vergleichen wir hier wieder, um uns von dem Einflusse der
eit möglichst frei zu machen, 1 mit 2 und 4 mit 3 und 5, so
aben wir bei beiden Thieren gleichmässig im Versuch 1 mit
öherem Stickstoffgehalt der Nahrung einen höheren Fettgehalt
er Milch als im Versuch 2 und ebenso im Versuch 3 und 5 bei
eringerem Stickstoffgehalt der Nahrung einen geringeren Fettgehalt
er Milch als bei Versuch 4.

Es scheint demnach, dass bei einem verhältnissmässig stick stoffarmen Futter schon geringe Vermehrungen oder Verri gerungen des Eiweissgehaltes des Futters entsprechende Vermeh ungen oder Verringerungen des Fettgehaltes der Milch hervorbring können. Die Zahl der zu diesem Schlusse leitenden Versuche i allerdings noch gering und es ist eine weitere Bestätigung dur fernere Versuche erforderlich, doch gewinnt dieser Schluss wese lich an Sicherheit dadurch, dass beide Thiere genau dasselbe Ve halten zeigten. Bei einem stickstoffreichen Futter kommt die Vermehrung des Fettgehaltes durch eine weitere Steigerung nic vor. Es gibt daher eine Grenze, über die hinaus eine Steigeru des Stickstoffgehaltes der Nahrung nicht mehr wirthschaftlich i während andererseits eine untere Grenze besteht, welche mindeste erreicht werden muss, um den günstigsten Ernährungseffect herv zubringen. Nach den bisherigen Erfahrungen glauben wir als d erforderliche Stickstoffquantum für ein Thier von etwa 30 bis Kilo. Gewicht auf 25 Grm. Stickstoff, resp. 150 Grm. Eiweissstof neben der erforderlichen Menge stickstofffreier Stoffe, anschlag zu können.

Ist dieses richtig, so ergiebt sich daraus eine Folgerung v grosser Tragweite. Wir haben oben gesehen, dass die Vermehru des Stickstoffgehaltes der Nahrung einen grösseren Umsatz d stickstoffhaltigen Bestandtheile des Körpers hervorbrachte, währe eine Verringerung des Eiweisses der Nahrung und Vermehrung d stickstofffreien Bestandtheile einen grösseren Ansatz von Fett u Fleisch erzeugt. Oder mit anderen Worten durch Vermehru des Eiweisses der Nahrung wird das sich rasch zersetzende C culationseiweiss des Körpers vermehrt, während durch Koh hydrate oder Fette die Menge des stabileren Organeiweisses gest gert wird.

Zur möglichst hohen Fettbildung in der Milch bedürfen dagegen einen höheren Eiweissgehalt des Futters und es steht da der Fettgehalt der Milch in Proportion zu dem Vorrath an Cir lationseiweiss.

Fleisch- und Fettansatz des Körpers sind daher im Gegens

zur Production einer möglichst fettreichen Milch und die Bedingungen, die jene fördern, verringern diese.

Ein wesentlicher Unterschied stellt sich heraus, wenn man die wechselseitigen Beziehungen zwischen Stickstoff und Fett des Futters und dem Fettgehalt der Milch bei einem stickstoffreichen und einem stickstoffarmen Futter vergleicht. Unsere früheren Versuche geben uns das Material dazu.

	Ziege I			Ziege II		
	Im Futter		Fettgehalt der Milch	Im Futter		Fettgehalt der Milch
	Stickstoff Grm.	Fett Grm.	Proc.	Stickstoff Grm.	Fett Grm.	Proc.
1866:						
16.–29. Juli	30,7	116,1	3,71	—	—	—
13.–19. Aug. . . .	30,0	31,7	2,87	38,4	81,7	3,47
27. Aug. bis 2. Sept.	43,3	22,4	2,52	38,4	38,4	2,48
10.–16. Sept. . . .	30,1	64,1	3,48	61,9	74,1	3,03
24.–30. Sept. . . .	—	—	—	34,0	72,4	3,28
1868:						
16.–22. Aug. . . .	23,9	96,7	3,96	23,7	96,3	3,18
30. Aug. bis 5. Sept.	24,6	48,1	5,23	24,5	48,0	3,61

Bei dem stickstoffreichen Futter des Jahres 1866 sehen wir daher, wie der Fettgehalt der Milch mit dem Fettgehalt des Futters proportional geht, selbst die stärkste Vermehrung der Eiweissstoffe kann bei abnehmendem Fettgehalt des Futters nicht eine gleich fettreiche Milch produciren. Umgekehrt bei dem stickstoffarmen Futter des Jahres 1868. Hier bewirkt bereits eine Vermehrung von 0,8 Grm. Stickstoff im Futter einen grösseren Fettgehalt der Milch als durch eine Vermehrung des Fettes von 48 Grm. hervorgebracht werden konnte.

Ganz ähnliche Verhältnisse zeigen sich, wenn wir die Zusammensetzung nicht der ursprünglichen Milch berücksichtigen, sondern wenn wir die Zusammensetzung der Trockensubstanz der Milch berechnen.

Zusammensetzung der Trockensubstanz der Milch.

	Ziege I				Ziege II			
	Eiweiss	Fett	Zucker	Salze	Eiweiss	Fett	Zucker	Salze
Heu	20,8	32,9	39,8	6,6	25,3	27,2	39,7	7,7
Heu—Stärkmehl . .	21,9	29,8	41,6	6,6	27,8	23,1	41,4	7,6
Heu—Fett	22,9	32,9	37,5	6,7	27,1	27,8	36,7	7,9
Heu	22,4	38,0	33,4	6,3	26,7	29,5	36,9	7,1
Heu—Zucker	24,5	34,5	34,0	6,9	30,4	21,7	40,4	7,5
Heu, andere Sorte .	24,9	38,3	30,6	6,2	28,6	29,6	34,9	6,9

Diese Zahlen lassen zunächst deutlich den Einfluss der Individualität des Thieres hervortreten. Das eine Thier producirt eine andere Milch als das zweite, in der Milch des einen ist ein höheres Verhältniss der Eiweisssubstanzen, in der des anderen ein höheres des Fettes. Veränderungen des Futters greifen nicht soweit in die Vorgänge des Körpers ein, als dass jener Einfluss verwischt werden könnte. Trotzdem ist aber in dem Mischungsverhältniss der Bestandtheile ein so grosser Unterschied, und er spricht sich bei beiden Thieren so gleichmässig aus, dass wir die Zusammensetzung der Milch ein und desselben Thieres nicht als constant betrachten können. Wir werden dadurch zur Bestätigung unserer oben ausgesprochenen Ansicht geführt und müssen annehmen, dass bei einer nicht reichlichen Ernährung, — sobald das Futter nicht so grosse Mengen von Nährstoffen enthält, dass bei einer Vermehrung oder Verminderung des einen oder des anderen immer noch mehr als für den Bedarf genügend vorhanden bleibt — das Futter einen entscheidenden Einfluss auf die Zusammensetzung der Milch ausübt.

Wir sind in dieser Beziehung im Widerspruch mit Kühn[1]) der eine constante Zusammensetzung der Milch bei verschiedener Ernährung annimmt. Möglicherweise erklärt sich dieses dadurch, dass in den von Kühn mitgetheilten Versuchen das Futter bereits so viel Nährstoffe enthielt, dass bei einer Veränderung

1) Amtsblatt der sächsischen Vereine 1869, 59.

immer noch der Bedarf gedeckt wurde. Das Futter war allerdings, wie oben erwähnt, dem unsrigen sehr ähnlich zusammengesetzt, doch wissen wir, dass bei verschieden grossen Thieren der Stoffwechsel im Körper nicht dem Lebendgewicht proportional, sondern bei dem kleineren ein lebhafterer, als bei dem grossen ist. Auf gleiches Lebendgewicht bezogen, erfordert der kleinere Körper proportional eine grössere Menge von Nährstoffen, als der grössere. So erklärt es sich denn auch, dass das kleinere Thier, die Ziege, gleiches Futter auf ganz andere Weise verwerthen kann, als das grössere Thier, die Kuh.

Auch in einer anderen Beziehung stimmen wir mit Kühn nicht vollständig überein. Kühn sagt:

Das Verhältniss zwischen Butter- und Proteïnsubstanzen ändert sich mit der Entfernung vom Tage des Kalbens in der Weise, dass die Milch-Proteïnstoffe gegenüber der Butter sich allmälig vermehren.

Nach seinen Versuchen kommen auf 100 Th. Fett folgende Mengen von Stickstoff:

19.—26. December	9,4 Th.
3.—21. Januar	11,0 „
26. Januar bis 11. Februar .	12,2 „
16. Februar bis 10. März .	11,9 „
13.—23. März	11,8 „
6.—22. April	11,5 „

Gegenüber dem ersten Versuch ist allerdings eine Steigerung des Verhältnisses von Eiweiss zu Fett nicht zu verkennen, es ist andererseits aber auch nicht zu verkennen, dass diese Steigerung keine allmälige war, sondern dass sie bereits Ende Januar und Anfang Februar ihren Höhepunkt erreicht hatte, während von da ab bis Ende April wieder ein Sinken dieses Verhältnisses eintrat. Bei allen unseren Versuchen sehen wir dagegen ganz regelmässig, wie der Eiweissgehalt innerhalb gewisser Grenzen constant bleiben kann, dann aber bei bedeutenderer Abnahme der Milchproduction dieser folgt, so dass bei weiterem Abnehmen der Milchmenge eine eiweissreichere Milch producirt wird, während das Verhältniss zwischen Eiweiss und Fett in manchen

Fällen allerdings der Eiweisszunahme folgt, während es in anderen Fällen innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt.

Wir haben unsere sämmtlichen Versuche in dieser Richtung durchrechnet und geben nachstehend das Resultat derselben. Wir haben in der Tabelle auch die im täglichen Futter consumirten Mengen von Stickstoff und Fett aufgeführt; zu den Fettmengen im Futter des Jahres 1869 sei erwähnt, dass sie hier noch keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit machen, da das analytische Material noch nicht vollständig erledigt ist, jedenfalls sind sie aber genau genug, um einen Anhalt zur Beurtheilung der Nährstoffmengen im Futter zu geben.

Ziege I.

Datum 1866	Art des Futters	Zeit nach der Geburt des Lammes	Milchmenge	Im Futter consumirt		Procentgehalt der Milch		Auf 100 Fett der Milch kommt Eiweiss
				Stickstoff	Fett	Eiweiss	Fett	
		Wochen	Grm.	Grm.	Grm.			
11.—17. Juni	Heu-Leinmehl	11	1244	33,4	71,1	**2,75**	3,57	**77**
25. Juni b. 1. Juli	„	13	1159	33,6	71,7	**2,76**	3,36	**82**
16.—29. Juli	Heu-Leinm.-Fett	16—17	1175	30,7	116,1	**2,87**	3,71	**77**
3.—19. Aug.	Heu-Leinm. (Fettarm.)	20	798	30,0	31,7	**2,93**	2,87	**102**
27. Aug. b. 2. Spt.	„ (Ew.-reich.)	22	775	43,3	22,4	**3,34**	2,52	**133**
10.—16. Sept.	Heu-Leinmehl	24	678	30,1	64,1	**3,51**	3,48	**101**
24.—30. Sept.	Heu-Leinm.-Stärke	26	502	30,3	45,9	**3,78**	3,44	**110**
8.—14. Oct.	„	28	438	26,4	37,1	**4,12**	3,43	**120**

Ziege II.

Datum 1866	Art des Futters	Zeit nach der Geburt des Lammes	Milchmenge	Stickstoff	Fett	Eiweiss	Fett	Auf 100 Fett der Milch kommt Eiweiss
11.—17. Juni	Heu-Leinmehl	11	1596	39,9	84,9	**2,86**	3,67	**78**
25. Juni b. 1. Juli	Heu-Leinm.-Fett	13	1593	38,4	113,7	**3,03**	3,74	**81**
16.—29. Juli	Heu-Leinmehl	16—17	1378	39,0	83,3	**3,06**	3,39	**90**
13.—19. Aug.	„	20	1064	38,4	81,7	**3,16**	3,47	**91**
27. Aug. b. 2. Spt.	Heu-Leinm. (Fettarm.)	22	894	38,4	38,4	**3,28**	2,48	**132**
10.—16. Sept.	„ (Ew.-reich)	24	831	61,9	74,1	**3,85**	3,03	**127**
24.—30. Sept.	Heu-Leinmehl	26	576	34,0	72,4	**4,09**	3,28	**125**
8.—14. Oct.	Heu-Leinm.-Stärke	28	528	32,7	45,4	**4,34**	3,29	**132**

Ziege I.

Datum 1868	Art des Futters	Zeit nach der Geburt des Lammes	Milchmenge	Im Futter consumirt: Stickstoff	Im Futter consumirt: Fett	Procentgehalt der Milch: Eiweiss	Procentgehalt der Milch: Fett	Auf 100 Fett der Milch kommt Eiweiss
		Wochen	Grm.	Grm.	Grm.			
29.—24. Juli	Wiesenheu	14	748	23,3	46,2	2,38	3,77	63
2.—8. Aug.	Heu—Stärkmehl	16	816	21,1	41,3	2,47	3,36	73
16.—22. Aug.	Heu—Oel	18	697	23,9	96,7	2,75	3,96	69
30. Aug. bis 5. Sept.	Heu	20	558	24,6	48,1	3,08	5,23	59
13.—19. Sept.	Heu—Zucker	22	445	21,9	42,7	3,27	4,60	71
27. Sept. bis 3. Oct.	Heu, andere Sorte	24	385	21,9	37,0	3,65	5,61	65

Ziege II.

Datum 1868	Art des Futters	Zeit nach der Geburt des Lammes	Milchmenge	Im Futter consumirt: Stickstoff	Im Futter consumirt: Fett	Procentgehalt der Milch: Eiweiss	Procentgehalt der Milch: Fett	Auf 100 Fett der Milch kommt Eiweiss
19.—24. Juli	Heu	14	719	23,0	45,7	2,79	3,00	93
2.—8. Aug.	Heu—Stärkmehl	16	770	21,1	41,3	2,96	2,46	120
16.—22. Aug.	Heu—Oel	18	712	23,7	96,3	3,10	3,18	97
30. Aug. b. 5. Sept.	Heu	20	565	24,5	48,0	3,27	3,61	91
13.—19. Sept.	Heu—Zucker	22	543	21,3	41,9	3,46	2,47	140
27. Sept. b. 3. Oct.	Heu, andere Sorte	24	430	19,9	33,7	3,71	3,84	97

Ziege I a.

Datum	Art des Futters	Zeit nach der Geburt des Lammes	Milchmenge	Im Futter consumirt: Stickstoff	Im Futter consumirt: Fett	Procentgehalt der Milch: Eiweiss	Procentgehalt der Milch: Fett	Auf 100 Fett der Milch kommt Eiweiss
1869:								
14.—16. April	1000 Grm. Heu, 100 Grm. Leinmehl	5	924	19	29	3,34	3,81	88
18.—24. April	1000 " " 100 " "	6	404	19	29	4,04	4,32	94
30. April b. 4. Mai	1250 " " 150 " "	7	231	25	44	4,53	4,69	97

Ziege Ib.

Datum 1869	Art des Futters	Zeit nach der Geburt des Lammes	Milchmenge	Im Futter consumirt: Stickstoff	Im Futter consumirt: Fett	Procentgehalt der Milch: Eiweiss	Procentgehalt der Milch: Fett	Auf 100 Fett der Milch kommt Eiweiss
		Wochen	Grm.	Grm.	Grm.			
11.—14. Mai	1500 Grm. Heu, 100 Grm. Leinmehl	4	1258	28	44	3,91	7,14	55
23.—29. Mai	1500 „ „ 100 „ „	6	1003	28	44	4,25	5,86	73
6.—12. Juni	1450 „ „ 150 „ „	8	786	29,5	46	4,60	5,49	84
20.—26. Juni	1400 „ „ 200 „ „	10	625	31	47	4,90	6,23	79
4.—10. Juli	1350 „ „ 250 „ „	12	890	34	49	4,30	5,11	84
25.—31. Juli	1250 „ „ 350 „ „	15	1203	37,5	51	4,19	4,17	100
8.—14. August	1100 „ „ 500 „ „	17	1252	42	54	3,85	4,48	86
22.—28. August	950 „ „ 650 „ „	19	1228	48	58	3,91	3,93	99
5.—11. September	800 „ „ 800 „ „	21	1427	54	62	3,93	4,22	93
19.—25. September	1600 „ „ — „ „	23	1057	24	42	3,87	—	—

Ziege II.

Datum 1869	Art des Futters	Zeit nach der Geburt des Lammes	Milchmenge	Im Futter consumirt: Stickstoff	Im Futter consumirt: Fett	Procentgehalt der Milch: Eiweiss	Procentgehalt der Milch: Fett	Auf 100 Fett der Milch kommt Eiweiss
14.—16. April	700 Grm. Heu, 800 Grm. Leinmehl	5	1742	52	59	3,44	4,11	84
18.—24. April	700 „ „ 800 „ „	6	1493	52	59	3,63	3,88	94
30. April b. 4. Mai	700 „ „ 800 „ „	8	1386	52	59	3,64	3,33	109
11.—14. Mai	700 „ „ 800 „ „	9	1574	52	59	3,71	3,13	119
23.—29. Mai	700 „ „ 800 „ „	11	1481	52	59	3,44	2,94	117
6.—12. Juni	700 „ „ 800 „ „	13	1491	52	59	3,67	2,98	123
20.—26. Juni	700 „ „ 800 „ „	15	1395	52	59	3,72	3,16	118
4.—10. Juli	700 „ „ 800 „ „	17	1294	52	59	3,63	3,11	117
25.—31. Juli	900 „ „ 400 „ „ 200 Grm. Stärkmehl	20	1273	34	45	3,77	2,66	142
8.—14. August	900 „ „ 400 „ „ 200 „ Gummi	22	1089	34	44	3,65	3,25	112
22.—28. August	900 „ „ 400 „ „ 175 „ Zucker	24	976	34	44	3,87	2,68	144
19.—25. Sept.	1500 „ „	28	627	21	37	4,26	—	—

Besonders instructiv sind die Versuche vom Jahre 1869 bei den Thieren Ib und Ia.

Bei Ib sehen wir von der 4. zur 10. Woche eine Abnahme der Milchproduction von 1258 auf 625 Grm., dem entsprechend eine Zunahme des Eiweissgehaltes von 3,91 auf 4,90. Proc. Von der 11. bis zur 21. Woche steigt dann die Milchproduction bis zu der Höhe von 1427 Grm. und damit correspondirt eine Abnahme des Eiweissgehaltes auf den ursprünglichen Gehalt. Nachdem hier der höchste Punkt der Milchproduction erreicht ist, findet dann in dem folgenden Versuch wieder eine Abnahme bis auf 1057 Grm. statt, hier ist aber noch keine wesentliche Veränderung des Eiweissgehaltes zu constatiren. Diese scheinbare Ausnahme von der Regel steht offenbar mit der gewaltigen Veränderung des Futters im Zusammenhange, es wurde hier plötzlich der Stickstoffgehalt des Futters von 54 auf 24 Grm. herabgesetzt.

Ein anderes Beispiel gewährt die Ziege Ia, bei der schon in der 5. Woche nach der Geburt eine ganz plötzliche rapide Abnahme der Milchproduction eintrat. An den einzelnen Beobachtungstagen verhielten sich die Milchmengen und die Eiweissprocente folgendermassen:

14. April	1002	Grm.	Milch	3,25	Proc.	Eiweiss,
15. „	901	„	„	3,38	„	„
16. „	870	„	„	3,38	„	„
18. „	637	„	„	3,50	„	„
19. „	500	„	„	3,81	„	„
20. „	363	„	„	4,00	„	„
21. „	365	„	„	3,94	„	„
22. „	338	„	„	4,19	„	„
23. „	261	„	„	4,81	„	„
30. „	232	„	„	4,31	„	„
2. Mai	213	„	„	4,56	„	„
3. „	230	„	„	4,63	„	„
4. „	217	„	„	4,63	„	„

Vom 14.—23. April daher eine Abnahme der Milch von 1002 auf 261 Grm., eine Steigerung des Eiweisses von 3,25—4,81 Proc. Während der übrigen Tage sind die Milchabnahmen wenig be-

trächtlich, der Eiweissgehalt hat offenbar sein höchstes Maximum erreicht und schwankt nur innerhalb gewisser Grenzen, die aber immer über dem Niveau des 22. April bleiben.

Wir wollen es gegenwärtig noch nicht versuchen, eine Erklärung für die Zunahme der Eiweissconcentration zu geben, obgleich deutliche Fingerzeige auf eine besondere Veränderung der Drüsenthätigkeit hindeuten. Wir begnügen uns vorläufig mit der Constatirung des Factums und warten weitere Untersuchungen ab, die namentlich auf eine Veränderung des Mischungsverhältnisses der verschiedenen Eiweissstoffe der Milch gerichtet sein werden.

2. Absolute Mengen der producirten Milchbestandtheile.

Auf Grundlage der oben angeführten procentischen Zusammensetzung der Milch berechnen sich die täglichen Ausscheidungen ihrer Bestandtheile folgendermassen:

Datum	Ziege I.						Ziege II.					
	Milchmenge	Trockensubstanz	Eiweiss	Fett	Zucker	Salze	Milchmenge	Trockensubstanz	Eiweiss	Fett	Zucker	Salze
1. Wiesenheu.												
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
19. Juli	793	90,64	18,87	30,53	35,21	6,03	730	81,98	20,08	22,63	33,07	6,21
20. „	757	86,07	18,02	27,01	35,20	5,75	724	79,35	20,34	20,71	32,15	6,15
21. „	792	91,71	19,32	30,49	35,88	6,02	708	74,69	19,47	18,48	30,73	6,02
22. „	667	76,71	16,27	23,81	31,55	5,07	800	87,36	22,48	24,00	34,08	6,80
23. „	720	84,02	16,63	28,73	33,19	5,47	681	76,48	19,61	21,38	29,69	5,79
24. „	759	85,31	17,53	28,69	33,32	5,77	873	75,91	18,51	22,28	29,41	5,72
Pro Tag		85,7	17,8	28,2	34,1	5,7		79,3	20,1	21,6	31,5	6,1
2. Wiesenheu—Stärkmehl.												
2. Aug.	836	93,30	20,40	26,84	39,76	6,27	816	88,13	24,97	—	—	6,61
3. „	878	100,00	21,42	30,64	41,35	6,59	775	84,32	23,25	20,93	33,87	6,28
4. „	817	92,16	20,43	27,21	38,40	6,13	765	79,02	22,03	17,29	33,51	6,20
5. „	819	93,61	20,48	28,91	38,08	6,14	816	85,52	23,50	19,75	35,66	6,61
6. „	835	93,69	19,87	28,39	39,16	6,26	779	81,17	22,90	17,99	33,96	6,31
7. „	766	86,02	19,61	24,67	36,00	5,75	715	78,22	21,45	18,52	32,46	5,79
Pro Tag		93,1	20,4	27,8	38,8	6,2		82,7	23,0	18,9	33,9	6,3

Datum	Ziege I. Milchmenge	Ziege I. Trockensubstanz	Ziege I. Eiweiss	Ziege I. Fett	Ziege I. Zucker	Ziege I. Salze	Ziege II. Milchmenge	Ziege II. Trockensubstanz	Ziege II. Eiweiss	Ziege II. Fett	Ziege II. Zucker	Ziege II. Salze
3. Wiesenheu—Fett.												
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
16. Aug.	723	87,63	19,45	29,57	32,75	5,86	726	81,75	22,22	22,51	30,49	6,53
17. "	713	85,13	18,75	28,02	32,58	5,78	752	86,10	23,54	25,04	30,76	6,77
18. "	671	78,71	18,05	25,03	30,20	5,44	704	80,47	21,54	22,32	30,27	6,34
19. "	718	86,09	19,31	28,86	32,09	5,82	755	85,09	23,10	24,24	30,96	6,80
20. "	700	83,93	19,67	27,16	31,43	5,67	712	81,03	22,29	22,07	30,26	6,41
21. "	648	80,42	19,44	26,63	29,10	5,25	654	76,91	20,47	—	—	5,89
Pro Tag		83,7	19,1	27,6	31,4	5,6		81,9	22,2	23,2	30,6	6,5
4. Wiesenheu.												
30. Aug.	601	81,20	18,03	30,29	27,65	5,23	614	76,01	21,12	23,58	25,97	5,34
31. "	566	76,41	17,72	28,13	25,64	4,92	572	69,21	18,93	19,91	25,40	4,98
1. Sept.	546	77,04	17,09	31,40	23,81	4,75	571	70,63	17,87	21,47	26,32	4,97
2. "	549	75,10	—	29,04	—	4,78	521	62,21	17,25	17,14	23,29	4,53
3. "	556	76,95	—	—	—	4,84	552	68,56	16,89	20,31	26,55	4,80
4. "	510	70,94	15,61	26,11	24,79	4,44	547	—	18,49	—	—	4,76
Pro Tag		76,3	17,1	29,0	25,5	4,8		69,3	18,4	20,5	25,5	4,9
5. Wiesenheu—Zucker.												
13. Sept.	443	58,87	14,66	20,16	19,98	4,08	579	66,76	20,61	13,09	28,14	4,92
14. "	465	58,54	14,23	18,97	21,06	4,28	553	63,15	19,69	14,21	24,55	4,70
15. "	464	60,92	15,08	20,37	21,20	4,27	526	60,81	18,09	13,78	24,46	4,47
16. "	436	57,03	14,43	19,05	19,53	4,01	526	59,28	17,78	12,89	24,14	4,47
17. "	416	57,53	14,06	21,51	18,14	3,83	525	59,90	18,06	14,18	23,21	4,46
18. "	435	61,34	14,40	22,01	20,92	4,00	548	60,94	18,52	12,22	25,54	4,66
Pro Tag		59,0	14,5	20,4	20,1	4,1		61,8	18,8	13,4	25,0	4,61
6. Wiesenheu.												
27. Sept.	448	65,77	15,41	28,81	17,47	4,08	416	53,96	15,10	18,18	16,97	3,70
28. "	398	58,35	14,45	21,13	19,14	3,62	430	54,57	15,61	14,58	20,55	3,83
29. "	387	57,28	14,28	22,18	17,30	3,52	404	53,21	15,15	16,16	18,30	3,60
30. "	392	57,74	14,70	21,29	18,19	3,57	434	58,11	16,01	18,53	19,70	3,86
1. Oct.	358	51,12	13,43	18,62	15,82	3,26	444	56,48	16,65	15,41	20,47	3,95
2. "	358	52,70	13,00	19,87	16,58	3,26	450	57,74	17,15	16,02	20,57	4,01
Pro Tag		57,2	14,2	22,0	17,4	3,6		55,7	16,0	16,5	19,4	3,8

Die Thiere hatten, als wir unsere Versuche beginnen konnten, bereits die Hauptperiode ihrer Milchproduction zurückgelegt, wir haben es hier durchweg mit einer Abnahme der Milchmenge zu thun. Ein deutlicher Einfluss des Futters ist hier nur in der zweiten Versuchsperiode zu constatiren, bei der Fütterung von Heu—Stärkmehl. Gegen den vorigen Versuch mit reinem Heu stieg die Production an Milch folgendermaassen:

		I.	II.	
19.—26. Juli Heu	. . . .	748	719	Grm.
27. Juli bis 1. August	Heu—Stärkmehl	809	779	„
2.—8. August . . .	„ „	816	770	„

Mit dieser Vermehrung der Milchsecretion correspondirt eine Abnahme des Körpergewichts, es fällt damit zusammen die oben nachgewiesene Abnahme des Körpers an Fleisch und sonstigen Bestandtheilen, welche bei den übrigen Versuchen, namentlich bei dem entsprechenden Zuckerversuch, nicht eintrat.

In den darauffolgenden Wochen sinkt dann die Milchproduction unablässig, so dass von einem Einfluss des Futters nicht mehr die Rede sein kann.

Bei der procentischen Zusammensetzung der Milch hatten wir in den einzelnen Versuchen sehr schwankende Fettmengen. Diese compensiren sich bei Ziege I mit der schwankenden Milchmenge derart, dass während der ersten drei Versuche täglich fast genau gleiche Fettmengen secernirt werden, während in dem vierten Versuch die Steigerung der procentischen Fettmenge so gross ist, dass trotz der sehr beträchtlichen Milchabnahme noch eine Zunahme der Fettabscheidung eintritt:

Versuch	1.	2.	3.	4.
Fett, Proc.	3,77	3,66	3,96	5,23
Milchmenge, Grm. .	748	816	697	558
Fett pro Tag, Grm. .	28,2	27,8	27,6	29,0

Bei Ziege II ist die Abnahme des Fettgehaltes im Versuch 2 zu beträchtlich, als dass trotz der vermehrten Milchmenge eine gleiche Menge von Fett wie im vorigen Versuch hätte secernirt werden können; andererseits war die Milchabnahme zwischen dem 3. und 4. Versuch zu beträchtlich, als dass der procentisch hohe

Fettgehalt einer Verminderung der täglich abgeschiedenen Fettmenge hätte vorbeugen können. Bei diesem Thiere zeigt die Fettsecretion folgende Schwankungen:

Versuch	1.	2.	3.	4.
Fett, Proc.	3,00	2,46	3,18	3,61
Milchmenge, Grm. .	719	770	712	565
Fett pro Tag, Grm. .	21,6	18,9	23,2	20,5

Der Milchzucker und die Mineralstoffe, deren procentische Menge fast keine Schwankungen zeigt, steigen und fallen in ihren absoluten Mengen genau mit dem Steigen und Fallen der Milchsecretion.

Die absoluten Mengen der Eiweissstoffe steigen in den Wochen, wo die Milchproduction eine Steigerung erfährt. Die Zunahme des Procentgehaltes ist aber nicht gross genug, um die Abnahme der Milchproduction zu decken, so dass, obwohl gegen Ende des Versuchs eine immer eiweissreichere Milch abgesondert wird, doch in der absoluten Menge vom 2. Versuch an eine regelmässige Verringerung eintritt.

Wenngleich wir bei der verringerten Thätigkeit der Milchdrüse, die sich durch die Abnahme der Milch kund gibt, eine Verringerung der Production der einzelnen Bestandtheile constatiren, so zeigen uns unsere Versuche doch auch, dass diese Verringerung der Thätigkeit der Drüse sich nicht gleichmässig auf alle Bestandtheile der Milch erstreckt, dass also unter verschiedenen Umständen die chemischen Processe mit verschiedener Energie in ihr verlaufen. Sie kann z. B. noch die Fähigkeit haben, eine gleiche Menge von Fett zu bilden, während sie nicht mehr die Fähigkeit besitzt, dieselbe Menge von Milchzucker wie vorher zu produciren. Die täglich secernirten Mengen der einzelnen Bestandtheile weisen dieses nach:

Ziege I.

Versuch	1.	3.	4.
Milchzucker . . .	34,1	31,4	25,5
Fett	28,2	27,6	29,0
Eiweiss	17,8	19,1	17,1

3. Beziehungen des Eiweisses der Nahrung zu der producirten Fettmenge.

Der ausgesprochene Zweck unserer im Jahre 1866 ausgeführten Versuche war die Ermittelung der Beziehungen der Eiweissstoffe der Nahrung zu den damit zu producirenden Fettmengen. Wir glaubten, dass „bei einer an Eiweissstoffen sehr reichen Nahrung das Maximum der Fettproduction erreicht werden müsse, namentlich dann, wenn durch Zugabe von stickstofffreien Stoffen einer Zerstörung von im Körper etwa gebildetem Fette vorgebeugt würde.“ [1])

Während unserer Arbeiten war die Frage von Voit[2]) und von G. Kühn[3]) aufgenommen. Voit wies nach, dass bei einem an Eiweissstoffen reichen Futter der Eiweissgehalt nicht allein hinreiche, um alles Fett, sondern auch den Zucker der Milch zu liefern, während Kühn bei einem an Eiweissstoffen armen Futter wohl das Fett der Milch, aber nicht den Zucker aus den Eiweissstoffen der Nahrung ableiten konnte.

Bei denjenigen unserer Versuche, in denen der Fettgehalt der Nahrung nicht ausreichend war, um den Fettgehalt der Milch zu decken, zeigten wir,[4]) dass die Menge des im Körper zerstörten Eiweisses hinreichend sei, um nicht allein die Gesammtmenge des Fettes, sondern auch die des Milchzuckers zu liefern. Andere Versuche mit vermehrter Eiweissmenge liessen uns an dem Resultate zweifelhaft werden, weil bei diesen eine fettärmere Milch producirt wurde, als bei jenen. Die Ergebnisse der neueren Forschungen geben uns die Erklärung hiefür und lassen jene Zweifel verschwinden. Bei der grossen Steigerung der Eiweissmengen wurde durch die Vermehrung des Circulationseiweisses der Umsatz der Bestandtheile so gesteigert, dass das sich aus ihnen abspaltende Fett in die Zersetzung gezogen, nicht aber abgeschieden wurde, offenbar weil nicht andere stickstofffreie Stoffe in genügender Menge vorhanden waren, um das sich bildende Fett vor der Zerstörung su schützen. Da

---

1) Journal f. Landw. 1868, 137.

2) Münchener Akademieberichte 1867, II. 402.

3) Versuchsstationen 1868, 418.

4) Journ. f. Landw. 1869, 174.

wir inzwischen nachgewiesen haben, dass bei den Versuchen, bei denen unsere Fett- und Zuckerberechnungen angestellt waren, nicht die Gesammtmenge des Harns gewonnen worden war, da aber selbst mit diesem Verluste noch die zerstörte Eiweissmenge genügte, so ist es klar, dass factisch noch grössere Mengen, als wir angenommen haben, bei jenem Processe betheiligt waren.

Durch unsere weiteren Versuche mit stickstoffarmem Futter können wir die Sache weiter verfolgen. Wir nehmen dabei an, dass nach Henneberg's[1]) Fettbildungsäquivalent 100 Th. im Körper zerstörten Eiweisses 51,4 Th. Fett liefern und berechnen nach der Menge des im Harn ausgeschiedenen Stickstoffs die Menge des im Körper zerstörten Eiweisses.

Z. B. bei Wiesenheufütterung hatten wir (Ziege I Versuch 4) im Harn pro Tag 11,0 Grm. Stickstoff, also entsprechend 68,8 Grm. umgesetztem wasserfreien Eiweiss. Diesem würde nach obiger Annahme eine Menge von 35,4 Grm. Fett entsprechen. Aus der Nahrung ist aber noch 20,9 Grm. Fett resorbirt, wir haben also im Ganzen $35,4 + 20,9 = 56,3$ Grm. Fett. In der Milch sind ausgeschieden 29,0 Grm. Fett, also $56,3 - 29,0 = 27,3$ Grm. Fett weniger als aus dem zersetzten Eiweiss und aus dem Futter hervorgehen kann. Diese 27,3 Grm. bleiben für andere Zwecke disponibel. Nehmen wir an, dass die Elemente dieses Fettes in Zucker verwandelt wären, so erhalten wir für je 1 Th. Fett 1,9 Th. Zucker (Milchzucker mit 40,0, Fett mit 75,6 Proc. Kohlenstoff) oder von jenen 27,3 Grm. Fett, 51,9 Grm. Milchzucker. In der Milch waren aber nur 25,5 Grm. Milchzucker abgeschieden. Das umgesetzte Eiweiss reicht daher hier nicht allein hin, um alles Fett und allen Zucker der Milch zu bilden, sondern es bleibt noch ein Rest zu anderen Zwecken übrig.

Wir wollen vorläufig die Menge des disponiblen Fettes in allen Versuchen ermitteln.

Wir bezeichnen als „disponibles Fett" die Menge des aus dem Eiweiss abspaltbaren plus des aus der Nahrung resorbirten minus des in der Milch ausgeschiedenen Fettes.

---

1) Versuchsstationen 1868, 455.

Bezeichnung des Thieres u. des Versuches		Art der Ernährung	Stickstoff im Harn	Umgesetztes Eiweiss	Fett aus d. Eiweiss	Fett aus d. Nahrung	Fett aus dem Eiweiss und a. d. Nahrung	Fett in der Milch	Disponibles Fett
			Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
I	1	Wiesenheu . .	10,9	68,1	35,0	20,5	55,5	28,2	27,3
	2	Heu—Stärkmehl	8,5	53,1	27,3	16,0	43,3	27,8	15,5
	3	Heu—Oel . . .	10,0	62,5	32,1	67,6	99,7	27,6	72,1
	4	Wiesenheu . .	11,0	68,8	35,4	20,9	56,3	29,0	27,3
	5	Heu—Zucker .	6,1	38,1	19,6	21,6	41,2	20,4	20,8
	6	Wiesenheu . .	9,2	57,5	29,6	18,1	47,7	22,0	25,7
II	1	Wiesenheu . .	8,5	53,1	27,3	19,7	47,0	21,6	25,4
	2	Heu—Stärkmehl	6,3	39,4	20,3	15,7	36,0	18,9	17,1
	3	Heu—Oel . . .	9,9	61,9	31,8	65,7	97,5	23,2	74,3
	4	Wiesenheu . .	9,9	61,9	31,8	20,7	52,5	20,5	32,0
	5	Heu—Zucker . .	5,4	33,8	17,4	21,0	38,4	13,4	25,0
	6	Wiesenheu . .	7,4	46,3	23,8	15,6	39,4	16,5	22,9

Die Menge des umgesetzten Eiweisses ist daher in allen Fällen genügend, selbst ohne Hinzunahme des aus der Nahrung resorbirten Fettes, um alles in der Milch ausgeschiedene Fett zu liefern. Selbstverständlich betheiligt sich aber das Fett der Nahrung an der Milchproduction. Andererseits muss aber auch, wenn Fett im Körper angesetzt wird, das Fett der Nahrung und das aus dem Eiweissumsatz sich ableitende Fett diesem Ansatze genügen können.

Wir haben oben gesehen, dass mit dem Körper der Thiere beträchtliche Aenderungen vorgegangen sind, wir haben angenommen, dass die Zunahme, resp. Abnahme des Körpers durch Zunahme oder Abnahme von Fett oder von Wasser oder gleichzeitig von Fett und Wasser bedingt sei. Sehen wir nun, wie die oben S. 241 ermittelten Werthe, die wir als „sonstige Zunahmen und Abnahmen" bezeichnet haben, sich zu der hier gefundenen Menge von disponiblem Fett verhielten.

Versuch I: Wiesenheu. Ziege I. Neben einem Ansatz von 9 Grm. Fleisch hatten wir einen sonstigen Ansatz von 153 Grm., dabei disponibles Fett 27,3 Grm. Wenn es für Fettbildung keine

anderen Quellen als Fett der Nahrung und umgesetztes Eiweiss giebt, so besteht in diesem Falle der Ansatz aus 27,3 Grm. Fett und 125,7 Grm. Wasser, für die Bildung von Milchzucker bleibt kein Eiweiss über.

Nehmen wir an, dass auch der Milchzucker aus Eiweiss entsteht, so haben wir eine andere Rechnung. In der Milch sind 34,1 Grm. Milchzucker entsprechend 17,9 Grm. Fett. Wir haben disponibles Fett 27,3 Grm., mithin bleibt nach der Abspaltung des Zuckers aus den Eiweissstoffen noch 9,4 Grm. Fett zum Ansatz übrig. Oder es würde der beobachtete Ansatz bestehen aus 143,6 Grm. Wasser und 9,4 Grm. Fett.

Ziege II. Bei einem Ansatz von 24 Grm. Fleisch hatten wir eine Abnahme von 22 Grm. bei 25,4 Grm. disponiblem Fett. In der Milch sind 31,5 Grm. Milchzucker. Diese sind äquivalent mit 16,6 Grm. Fett. Es kann daher auch der Milchzucker aus dem Eiweiss geliefert sein und es bleiben noch 8,8 Grm. Fett zur Bildung von sonstigen Stoffen über. Die Abgabe von 22 Grm. war wahrscheinlich Wasser.

Versuch 2: Heu—Stärkmehl. Ziege I. Abnahme von 12 Grm. Fleisch und 93 Grm. Sonstigem. Milchzucker der Milch 38,8 Grm. = 20,4 Grm. Fett. Disponibles Fett 15,5 Grm., also nicht ausreichend, um allen Zucker der Milch zu liefern, es fehlen 4,9 Grm., die möglicher Weise von den 93 Grm. der Abnahme genommen werden können.

Ziege II. Abnahme von 9 Grm. Fleisch und 73 Grm. Sonstigem. Milchzucker der Milch 33,9 Grm. = 17,8 Grm. Fett. Disponibles Fett 17,1 Grm. Also sehr nahezu ausreichend, um allen Zucker zu bilden.

Beide Versuche gaben uns keine Auskunft über die Art der Körperveränderungen.

Versuch 3: Heu—Fett. Ziege I. Zunahme von 12 Grm. Fleisch und 17 Grm. Sonstigem. Milchzucker der Milch 31,4 Grm. = 16,5 Grm. Fett. Disponibles Fett 72,1 Grm. Aller Milchzucker der Milch lässt sich aus dem Eiweiss ableiten, der Ansatz kann Fett sein und es verbleiben noch 38,6 Grm. Fett für andere Zwecke.

Ziege II. Zunahme von 3 Grm. Fleisch und 69 Grm. Sonstigem. Milchzucker der Milch 30,6 Grm. = 16,1 Grm. Fett. Disponibles Fett 74,3 Grm. nicht ausreichend für Zunahme und Milchzucker. Ist der Zucker aus Eiweiss gebildet, so würde die Zunahme bestehen aus 58,2 Grm. Fett und 10,8 Grm. Wasser.

Versuch 4: Wiesenheu. Ziege I. Zunahme von 9 Grm. Fleisch und 30 Grm. Sonstigem. Milchzucker der Milch 25,5 Grm. = 13,4 Grm. Fett. Disponibles Fett 27,3 Grm. nicht ausreichend für Zunahme und Milchzucker. Nach obiger Annahme würde 16,1 Grm. Fett und 13,9 Grm. Wasser angesetzt sein.

Ziege II. Ansatz von 35 Grm. Fleisch ohne Fett. Milchzucker der Milch 25,5 Grm. = 13,4 Grm. Fett. Disponibles Fett 32,0 Grm. Nach der Bildung von Milchzucker bleibt daher noch 18,6 Grm. Fett für andere Zwecke.

Versuch 5: Wiesenheu — Zucker. Ziege I. Zunahme von 62 Grm. Fleisch und 115 Grm. Sonstigem. Milchzucker der Milch 20,1 Grm. = 10,6 Grm. Fett. Disponibles Fett 20,8 Grm. Mithin besteht die Zunahme aus 10,2 Grm. Fett und 104,8 Grm. Wasser.

Ziege II. Zunahme von 85 Grm. Fleisch und 21 Grm. Sonstigem. Milchzucker der Milch 25,0 Grm. = 13,2 Grm. Fett. Disponibles Fett 25,0 Grm. Mithin besteht die Zunahme aus 11,8 Grm. Fett und 9,2 Grm. Wasser.

Es ist selbstverständlich, dass die Rechnungen nur schematisch sind, sie sollen nur zeigen, dass in allen Fällen im Körper der Thiere mehr Eiweiss zersetzt ist, als zur Milchfettproduction erforderlich ist und dass ein Theil der Körpergewichtsvermehrung auf angesetztes Fett zu deuten und dass auch zur Bildung dieses letzteren Eiweiss vorhanden war. Sicherere Schlüsse werden wir erlangen, sobald es uns vergönnt ist, nicht nur den Stickstoffumsatz, sondern auch den Kohlenstoffumsatz zu verfolgen. Ausserdem erhalten wir von den Ansatzverhältnissen sofort ein anderes Bild, sobald wir von einer Bildung des Milchzuckers aus dem Eiweiss absehen; es bleibt dann die ganze diesem entsprechende Fettmenge für den Ansatz frei. Es scheint auch kaum eine Nothwendigkeit für die Ableitung des Milchzuckers aus dem Eiweiss vorzuliegen, da bei der reichlichen Ernährung der Pflanzenfresser mit Zucker bildendem

Material, Cellulose, Stärkmehl, Zuckerarten es gewiss näher liegt, dass der in so grosser Menge beim Verdauungsprocess gebildete Traubenzucker beim Eintritt in die Milchdrüsenzelle in Milchzucker verwandelt wird.

Wir hatten bei einer anderen Gelegenheit (Wanderversammlung der Agricultur-Chemiker in Halle) unsere Bedenken gegen die Zulässigkeit dieser Methode der Berechnung ausgesprochen, weil Voit in seiner ersten Mittheilung die Fettbildung in der Milchdrüse folgendermaassen beschrieben hatte: „Die Structur der kleinsten Theile der Milchdrüse zeigt uns auch, dass es sich hier um eine Werkstätte zur Zersetzung von Stoffen handelt und nicht um ein einfaches Filtrationsorgan. Es findet dort vorzüglich eine fettige Degeneration eiweissartiger Substanz und vielleicht, wie ich es auch für die Leber annehme, ein Uebergang von Fett in Zucker.“ Nach diesem Wortlaut musste man schliessen, es sei Voit's Meinung, dass alles aus Eiweiss entstehende Fett sich erst in der Milchdrüse abspalte. Wenn dieses geschähe, so wäre jene Berechnung unstatthaft, weil dann höchstens die in der Milchdrüse dem Stoffwechsel verfällende, nicht aber die im übrigen Körper sich zersetzende Eiweissmenge in Rechnung für die Fettbildung der Milchdrüse gestellt werden könnte, und die einfachste Betrachtung musste zeigen, dass dieser Bruchtheil des sich zersetzenden Eiweisses der Fettbildung nicht genügen könne. Aus mündlicher Verständigung und aus den weiteren Mittheilungen Voit's[1]) folgt aber, dass Er nur einen Theil des Fettes in der Drüse selbst entstehen, den übrigen Theil aber durch den Plasmastrom der Drüse zuführen und ihn hier nur zu einem Bestandtheil, der bei der Secretion zu Grunde gehenden Zelle werden lassen will. Sobald dieses geschieht, fällt natürlich das ausgesprochene Bedenken zu Boden und kann die Zulässigkeit der Rechnung nicht angefochten werden.

Halle, den 20. October 1869.

---

1) Zeitschr. f. Biologie 5, 144.

Analytische Belege.

1. Wasser.

	Substanz Grm.	Luft-trocken Grm.	Zum Trocknen bei 100° Grm.	Wasser-frei Grm.	Trocken-substanz Proc.
Heu					
7. Juli	228,00	199,08	3,279 3,184	3,091 2,997	82,25
21. Juli	66,07	—	—	56,74	85,88
6. August	57,95	—	—	50,78	87,63
21. August	54,79	—	—	48,10	87.79
2. September . . .	66,77	—	—	58,30	87,31
16. September . . .	48,38	—	—	43,46	89,83
1. October	56,98	—	—	48,36	84,87
Heureste[1]					
19.—24. Juli I . .			3,878	3,660	94,38
II . .			3,162	2,995	94,72
2.—8. Aug. I . .			3,504	3,298	94,12
II . .			2,435	2,326	95,52
16.—22. Aug. I . .			2,850	2,659	93,30
II . .			2,789	2,611	93,62
30. Aug. b. 5 Sept. II			2,346	2,219	94.59
13.—19. Septbr. II			3,397	3,223	94,88
27. Sept. b. 3. Oct. II			2,193	2,054	93,66
Stärkmehl					
	14,490 16,279	— —	— —	12,476 13,998	86,04
Koth I					
19.—24. Juli	1203,8	525,23	464,4	4,311	42,13
2.—7. August . . .	1406,4	630,10	5,803 5,855	5,581 5,629	43,06
16.—22. August . .	1400,8	613,04	3,523	3,399	43,76
30. Aug. b. 5. Sept.	1404,5	601,19	4,468	4,403	42,18
13.—19. Sept. . . .	1402,04	643,54	2,466 2,706	2,349 2,581	43,76
27. Sept. b. 3. Oct.	1401,9	604,40	1,846 2,066	1,762 1,973	41,17
Koth II					
19.—24. Juli	1202,17	544,67	4,290	4,142	43,74
2.—7. August . . .	1404,5	589,92	5,413 4,760	5,201 4,584	40,40
16.—22. August . .	1396,9	652,42	3,084	2,982	45,16
30. Aug. b. 5. Sept.	1404,82	574,40	3,882	3,815	40,18
13.—19. Sept. . . .	1401,2	690,47	1,822 2,631	1,738 2,509	47,00
27. Sept. b. 3. Oct.	1402,9	659,99	1,715 1,496	1,635 1,426	44,85

1) Die Gesammtmenge der während der ganzen Woche verbliebenen Heureste wurde im Trockenschranke „lufttrocken" gemacht; die im Texte angeführten Zahlen beziehen sich auf lufttrockene Substanz, deren Gehalt an Trockensubstanz dann durch vorstehende Zahlen festgestellt wurde.

2. Rohfaser.

	Substanz	Holzfaser			Rohfaser		
		Grm.	darin Asche	darin Eiweiss	Grm.	Proc.	Procent Mittel
	Grm.		Grm.	Grm.			
Heu A. . . .	2,916	0,722	0,012	0,031	0,679	23,29	23,78
	3,143	0,825	0,014	0,035	0,776	24,69	
	3,403	0,813	0,014	0,022	0,777	22,83	
	2,808	0,686	0,010	0,003	0,673	23,97	
	3,549	0,867	0,015	0,003	0,849	23,92	
	3,309	0,790	0,016	0,003	0,771	23,30	
	3,112	0,778	0,014	0,003	0,761	24,45	
Heu B. . . .	3,040	0,840	0,013	0,002	0,825	27,14	27,24
	2,897	0,806	0,012	0,002	0,792	27,34	
Heureste A	3,109	0,783	0,193	0,005	0,585	18,82	18,92
	3,212	0,815	0,199	0,005	0,611	19,02	
B	2,828	0,902	0,107	0,005	0,790	27,93	27,91
	2,850	0,908	0,108	0,005	0,795	27,89	
Koth I							
19.–24. Juli . .	3,608	0,912	0,055	0,042	0,815	22,59	22,66
	3,172	0,808	0,050	0,037	0,721	22,73	
2.–8. August .	3,091	0,758	0,039	0,012	0,707	22,87	23,00
	3,852	0,955	0,049	0,015	0,891	23,13	
16.–22. August .	3,091	0,753	0,034	0,014	0,705	22,81	22,77
	3,272	0,795	0,036	0,015	0,744	22,74	
30. Aug. b. 5. Sept.	3,582	0,918	0,039	0,024	0,855	23,87	23,84
	3,353	0,856	0,036	0,022	0,798	23,80	
13.–19. Sept. .	3,661	0,917	0,045	0,022	0,850	23,22	23,47
	3,819	0,978	0,048	0,024	0,906	23,72	
27. Sept. b. 3. Oct.	2,698	0,708	0,032	0,011	0,665	24,65	24,89
	2,594	0,694	0,031	0,011	0,652	25,13	
Koth II							
19.–24. Juli . .	3,329	0,833	0,061	0,032	0,740	22,23	22,31
	3,029	0,763	0,056	0,029	0,678	22,38	
2.–8. August .	2,651	0,689	0,034	—	0,655	24,71	24,80
	3,368	0,903	0,048	—	0,833	24,88	
16.–22. August .	3,067	0,769	0,033	0,010	0,726	23,67	23,72
	3,604	0,908	0,039	0,012	0,857	23,78	
30. Aug. b. 5. Sept.	3,084	0,806	0,039	—	0,767	24,87	24,87
	3,097	0,809	0,039	—	0,770	24,86	
13.–19. Sept. .	3,289	0,891	0,038	0,019	0,834	25,36	25,52
	3,442	0,944	0,040	0,020	0,884	25,68	
27. Sept. b. 3. Oct.	2,665	0,767	0,024	0,016	0,727	27,28	26,82
	2,832	0,789	0,025	0,017	0,747	26,38	
	2,350	0,666	0,022	0,014	0,630	26,81	

3. Fett und Asche.

	Substanz	Fett		Mittel	Substanz	Rohasche	Asche frei von CO_2		Mittel
	Grm.	Grm.	Proc.	Proc.	Grm.	Grm.	Grm.	Proc.	Proc.
Heu A									
	3,141	0,128	4,08	3,68	10,344	1,060	0,998	9,65	9,82
	3,204	0,130	4,06		10,400	1,033	0,989	9,51	
	3,411	0,116	3,40		10,246	1,099	1,050	10,25	
	3,151	0,116	3,68		10,622	1,140	1,105	10,40	
	3,781	0,126	3,33		9,970	0,976	0,924	9,27	
	3,127	0,111	3,55						
Heu B									
	3,963	0,115	2,90	2,92	10,258	0,890	0,833	8,12	8,35
	3,680	0,108	2,93		10,484	0,926	0,899	8,57	
Heureste A									
	4,232	0,115	2,72	2,71	14,121	3,220	3,164	22,41	22,40
	3,333	0,090	2,70		13,081	2,985	2,929	22,39	
Heureste B									
	3,228	0,071	2,20	2,16	9,568	1,344	1,280	13,38	13,46
	3,488	0,074	2,12		10,839	1,518	1,466	13,53	
Stärkmehl									
	—	—	—	—	20,385	—	0,064	0,31	0,31
	—	—	—		20,669	—	0,064	0,31	
Koth I									
19.—24. Juli .	3,376	0,171	5,07	5,09	10,976	1,815	1,729	15,75	15,61
	3,326	0,170	5,11		11,366	1,930	1,758	15,47	
2.—8. August	3,935	0,199	5,06	5,12	13,334	2,136	2,058	15,43	15,22
	3,863	0,200	5,18		9,699	1,577	1,456	15,01	
16.—22. Aug.	2,965	0,155	5,23	5,20	11,770	1,840	1,743	14,81	14,85
	3,273	0,169	5,16		11,545	1,902	1,718	14,88	
30.Aug. b. 5. Spt.	2,897	0,137	4,73	4,71	10,202	1,590	1,501	14,71	14,77
	3,100	0,145	4,68		10,158	1,601	1,506	14,82	
13.—19. Sept.	4,085	0,155	3,79	3,77	10,582	1,548	1,492	14,10	13,98
	3,684	0,138	3,75		10,966	1,562	1,519	13,85	
27. Spt. b. 3. Oct.	3,347	0,118	3,53	3,47	9,737	1,289	1,259	12,93	12,54
	3,204	0,109	3,40		10,341	1,335	1,256	12,15	
Koth II									
19.—24. Juli	3,669	0,177	4,82	4,91	10,222	1,678	1,588	15,54	15,41
	3,092	0,155	5,01		10,251	1,633	1,566	15,28	
2.—8. August	3,475	0,157	4,52	4,67	12,270	1,734	1,653	13,47	13,62
	3,808	0,183	4,81		9,932	1,482	1,368	13,77	
16.—22. Aug.	3,182	0,164	5,15	5,22	10,117	1,593	1,458	14,41	14,27
	3,234	0,171	5,29		10,799	1,611	1,525	14,12	
30.Aug. b. 5. Spt.	3,025	0,147	4,86	4,87	10,353	1,600	1,480	14,30	14,30
	3,304	0,161	4,87		10,830	1,638	1,548	14,29	
13.—19. Sept.	3,545	0,137	3,86	3,94	10,270	1,446	1,388	13,51	13,41
	3,766	0,151	4,01		10,194	1,442	1,356	13,30	
27. Spt. b. 3. Oct.	2,879	0,102	3,54	3,45	9,643	1,161	1,087	11,27	11,37
	3,160	0,106	3,35		9,620	1,144	1,103	11,47	

4. Stickstoff.

	Substanz	25 c.c. SO_3 = N	1 c.c. BaO = N	BaO	Stickstoff		
	Grm.	Grm.	Grm.	c. c.	Grm.	Proc.	Mittel
Heu A							
	1,136	0,26390	0,00212	114,3	0,02158	1,90	
	1,417	0,26706	0,00211	114,2	0,02610	1,84	
	1,163	„	„	116,2	0,02188	1,88	
	1,172	„	0,00210	116,8	0,02178	1,86	1,88
	1,002	„	„	118,6	0,01800	1,80	
	1,114	„	„	116,8	0,02178	1,96	
	0,989	„	„	118,15	0,01894	1,91	
Heu B							
	1,362	0,26887	0,00207	118,5	0,02357	1,73	1,72
	1,249	„	„	119,6	0,02130	1,71	
Heureste							
19.–24. Juli . . I	1,531	0,26887	0,00218	111,7	0,02536	1,66	1,66
	1,475	„	„	112,1	0,02449	1,66	
II	1,428	„	„	111,8	0,02515	1,76	1,79
	1,738	„	„	108,9	0,03147	1,81	
2.–8. August . I	1,713	„	„	108,1	0,03321	1,94	1,95
	1,787	„	„	112,9	0,03517	1,97	
II	1,303	„	„	115,8	0,01643	1,26	1,28
	1,570	„	„	114,0	0,02035	1,30	
16.–22. Aug. . I	1,227	„	0,00207	122,3	0,01571	1,28	1,25
	1,709	„	„	119,8	0,02088	1,22	
II	1,386	„	0,00218	115,9	0,01621	1,17	1,21
	1,812	„	„	113,0	0,02253	1,24	
30. Aug. b. 5. Spt. II	1,497	„	0,00207	123,1	0,01405	0,94	0,93
	1,341	„	„	123,9	0,01240	0,92	
13.–19. Sept. . II	1,641	„	„	116,0	0,02875	1,75	1,70
	1,667	„	„	116,7	0,02730	1,64	
27. Spt. b. 3. Oct. II	1,218	„	„	121,1	0,01819	1,49	1,52
	1,553	„	„	118,3	0,02399	1,54	
Koth I							
19.–24. Juli . . .	1,305	0,26390	0,00227	105,6	0,02419	1,85	1,87
	1,276	„	„	105,6	0,02419	1,89	
2.–8. August . . .	1,503	0,26706	„	104,8	0,02916	1,94	1,96
	1,525	„	„	104,3	0,03030	1,99	
16.–22. August .	0,996	„	0,00211	117,9	0,01829	1,84	1,86
	1,080	„	„	117,0	0,02019	1,87	
30. Aug. b. 5. Sept.	1,249	„	„	116,1	0,02209	1,77	1,83
	1,206	„	„	115,8	0,02272	1,88	
13.–19. Sept. . . .	1,013	0,26887	0,00219	113,6	0,02009	1,98	2,02
	1,516	„	„	108,5	0,03125	2,06	
27. Sept. b. 3. Oct.	1,328	„	„	111,9	0,02381	1,79	1,77
	1,733	„	„	108,9	0,03038	1,75	
Koth II							
19.–24. Juli	1,366	0,26390	0,00227	104,7	0,02623	1,92	1,99
	1,097	„	„	107,7	0,02258	2,06	

	Substanz	25 c.c. SO_3 = N	1 c.c. BaO = N	BaO	Stickstoff		
	Grm.	Grm.	Grm.	c.c.	Grm.	Proc.	Mittel
Koth II							
2.—8. Aug.	1,516	0,26706	0,00227	103,4	0,03234	2,13	2,10
	1,607	"	"	103,0	0,03325	2,07	
16.—22. August ..	1,008	"	0,00211	118,4	0,01724	1,71	1,72
	1,043	"	"	118,0	0,01808	1,73	
30. Aug. b. 5. Spt.	1,464	"	"	113,7	0,02715	1,85	1,86
	1,336	"	"	114,8	0,02483	1,86	
13.—19. Sept. ...	1,185	0,26887	0,00219	112,5	0,02249	1,90	1,88
	1,145	"	"	113,0	0,02140	1,87	
27. Sept. b. 3. Oct.	1,182	"	"	113,5	0,02030	1,72	1,70
	1,072	"	"	114,6	0,01790	1,67	

Ziege I.

Harn — Stickstoff.

Datum	Substanz	25 c.c. SO_3 = N	1 c.c. BaO = N	BaO	Stickstoff		
	Grm.	Grm.	Grm.	c.c.	Grm.	Proc.	Mittel
Harn I.							
Juli 19.	25,575	0,26390	0,00212	68,2	0,11932	0,47	0,47
	25,575	"	"	68,3	0,11910	0,47	
20.	25,50	"	"	78,2	0,09812	0,38	0,39
	25,50	"	"	76,6	0,10151	0,40	
21.	25,637	"	"	72,0	0,11126	0,43	0,43
	25,637	"	"	72,2	0,11084	0,43	
22.	25,587	"	"	61,8	0,13288	0,52	0,52
	25,587	"	"	61,6	0,13331	0,52	
23.	25,575	"	"	68,2	0,11932	0,47	0,46
	25,575	"	"	68,9	0,11783	0,46	
24.	25,600	"	"	68,0	0,11974	0,47	0,47
	25,600	"	"	68,0			
August 2.	25,575	0,26706	0,00227	82,9	0,07888	0,31	0,32
	25,575	"	"	82,0	0,08092	0,32	
3.	25,675	"	"	70,4	0,10725	0,42	0,42
	25,675	"	"	70,5	0,10702	0,42	
4.	25,675	"	"	65,4	0,11860	0,46	0,46
	25,675	"	"	65,8	0,11769	0,46	
5.	25,750	"	"	60,0	0,13086	0,51	0,51
	25,750	"	"	60,0	0,13086	0,51	
6.	25,600	"	"	72,5	0,10248	0,40	0,40
	25,600	"	"	72,2	0,10317	0,40	
7.	25,575	"	"	69,9	0,10839	0,42	0,43
	25,575	"	"	69,3	0,10975	0,43	
16.	25,675	"	"	63,2	0,12360	0,48	0,47
	25,675	"	"	66,0	0,11724	0,46	
17.	25,600	"	"	68,6	0,11134	0,43	0,43
	25,600	"	"	68,8	0,11088	0,43	

Datum	Substanz	25 c.c. SO_3 = N	1 c.c. BaO = N	BaO	Stickstoff		
	Grm.	Grm.	Grm.	c.c.	Grm.	Proc.	Mittel
August 18.	25,600	0,26706	0,00227	68,4	0,11179	0,44	0,44
	25,600	„	„	68,7	0,11111	0,43	
19.	25,675	„	0,00232	61,4	0,12461	0,49	0,48
	25,675	„	„	61,5	0,12438	0,48	
20.	25,650	„	„	62,0	0,12322	0,48	0,48
	25,650	„	„	62,4	0,12229	0,48	
21.	25,650	„	„	60,3	0,12716	0,50	0,50
	25,650	„	„	60,3			
30.	25,700	„	„	57,0	0,13482	0,52	0,52
	25,700	„	„	56,8	0,13528	0,53	
31.	25,800	„	„	54,4	0,14085	0,55	0,55
	25,800	„	„	53,2	0,14364	0,56	
Septbr. 1.	25,775	„	„	45,5	0,16150	0,63	0,62
	25,775	„	„	46,3	0,15964	0,62	
2.	25,775	„	„	50,8	0,14920	0,58	0,58
	25,775	„	„	50,4	0,15013	0,58	
3.	25,800	„	„	42,8	0,16776	0,65	0,65
	25,800	„	„	43,2	0,16684	0,65	
4.	25,775	„	„	47,5	0,15686	0,61	0,61
	25,775	„	„	46,9	0,15825	0,61	
13.	25,675	„	0,00211	81,1	0,09594	0,37	0,37
	25,675	„	„	81,4	0,09531	0,37	
14.	25,750	„	„	74,3	0,11029	0,43	0,43
	25,750	„	„	74,6	0,10965	0,43	
15.	25,725	„	„	79,8	0,09868	0,38	0,39
	25,725	„	„	79,0	0,10037	0,39	
16.	25,700	„	„	83,9	0,09003	0,35	0,35
	25,700	„	„	83,6	0,09066	0,35	
17.	25,700	„	„	80,0	0,09826	0,38	0,38
	25,700	„	„	79,8	0,09868	0,38	
18.	25,750	„	„	84,2	0,08940	0,35	0,35
	25,750	„	„	83,9	0,09003	0,35	
27.	25,575	„	„	81,9	0,09425	0,37	0,37
	25,575	„	„	82,2	0,09362	0,37	
28.	25,625	„	0,00210	78,6	0,10200	0,40	0,40
	25,625	„	„	77,5	0,10431	0,41	
29.	25,575	„	„	81,4	0,09612	0,38	0,38
	25,575	„	„	80,4	0,09822	0,38	
30.	25,650	„	„	74,2	0,11124	0,43	0,43
	25,650	„	„	74,2	0,11124	0,43	
October 1.	25,675	„	„	70,9	0,11817	0,46	0,46
	25,675	„	„	69,7	0,12069	0,47	
2.	25,700	„	„	71,3	0,11733	0,46	0,45
	25,700	„	„	72,6	0,11460	0,45	

Ziege II.

Harn — Stickstoff.

Datum	Substanz	25 c.c. SO_3 = N	1 c.c. BaO = N	BaO	Stickstoff		
	Grm.	Grm.	Grm.	c.c.	Grm.	Proc.	Mittel
Juli 19.	25,775	0,26390	0,00212	56,6	0,14391	0,56	0,56
	25,775	„	„	56,6	0,14391	0,56	
20.	25,800	„	„	62,0	0,13246	0,51	0,52
	25,800	„	„	59,6	0,13755	0,53	
21.	25,625	„	„	72,8	0,10956	0,43	0,43
	25,625	„	„	73,6	0,10787	0,42	
22.	25,725	„	„	50,2	0,15748	0,61	0,61
	25,725	„	„	50,4	0,15705	0,61	
23.	25,650	„	„	67,8	0,12016	0,47	0,47
	25,650	„	„	67,9	0,11995	0,47	
24.	25,775	„	„	59,3	0,13818	0,54	0,53
	25,775	„	„	60,4	0,13585	0,53	
August 2.	25,775	0,26706	0,00227	75,1	0,09658	0,37	0,37
	25,775	„	„	75,2	0,09636	0,37	
3.	25,775	„	„	74,1	0,09885	0,38	0,38
	25,775	„	„	74,3	0,09840	0,38	
4.	25,775	„	„	74,6	0,09772	0,38	0,38
	25,775	„	„	74,4	0,09817	0,38	
5.	25,875	„	„	67,0	0,11497	0,44	0,44
	25,875	„	„	66,9	0,11520	0,44	
6.	25,525	„	„	86,2	0,07139	0,28	0,28
	25,525	„	„	86,0	0,07184	0,28	
7.	25,600	„	„	80,3	0,08478	0,33	0,33
	25,600	„	„	80,3	0,08478	0,33	
16.	25,700	„	„	61,8	0,12677	0,49	0,49
	25,700	„	„	62,0	0,12632	0,49	
17.	25,750	„	„	64,8	0,11996	0,47	0,46
	25,750	„	„	65,0	0,11951	0,46	
18.	25,750	„	„	60,1	0,13063	0,51	0,51
	25,750	„	„	59,9	0,13109	0,51	
19.	25,775	„	0,00232	56,3	0,13644	0,53	0,53
	25,775	„	„	57,0	0,13482	0,52	
20.	25,750	„	„	55,7	0,13784	0,53	0,53
	25,750	„	„	55,9	0,13737	0,53	
21.	25,800	„	„	56,1	0,13691	0,53	0,53
	25,800	„	„	56,2	0,13668	0,53	
30.	25,750	„	„	58,6	0,13111	0,51	0,51
	25,750	„	„	58,6	0,13111	0,51	
31.	25,775	„	„	62,4	0,12229	0,47	0,48
	25,775	„	„	61,2	0,12508	0,49	
Septbr. 1.	25,800	„	„	52,2	0,14596	0,57	0,57
	25,800	„	„	51,8	0,14688	0,57	
2.	25,800	„	„	55,5	0,13830	0,54	0,54
	25,800	„	„	55,2	0,13900	0,54	
3.	25,850	„	„	48,2	0,15524	0,60	0,60
	25,850	„	„	48,7	0,15408	0,60	
4.	25,825	„	„	54,4	0,14085	0,55	0,54
	25,825	„	„	55,2	0,13900	0,54	

Datum	Substanz	25 c.c. SO_3 = N	1 c.c. BaO = N	BaO	Stickstoff		
	Grm.	Grm.	Grm.	c.c.	Grm.	Proc.	Mittel
Septbr. 13.	25,700	0,26706	0,00211	75,3	0,10818	0,42	0,42
	25,700	„	„	75,2	0,10839	0,42	
14.	25,675	„	„	77,6	0,10332	0,40	0,40
	25,675	„	„	78,2	0,10206	0,40	
15.	25,750	„	„	78,4	0,10164	0,39	0,40
	25,750	„	„	78,0	0,10248	0,40	
16.	25,650	„	„	85,5	0,08665	0,34	0,34
	25,650	„	„	86,0	0,08560	0,33	
17.	25,725	„	„	82,6	0,09277	0,36	0,36
	25,725	„	„	82,5	0,09298	0,36	
18.	25,650	„	„	87,6	0,08222	0,32	0,32
	25,650	„	„	87,8	0,08180	0,32	
27.	25,700	„	„	70,5	0,11880	0,46	0,46
	25,700	„	„	69,8	0,11978	0,47	
28.	25,750	„	0,00210	64,1	0,13245	0,51	0,50
	25,750	„	„	67,5	0,12531	0,49	
29.	25,725	„	„	63,3	0,13413	0,52	0,53
	25,725	„	„	61,3	0,13833	0,54	
30.	25,750	„	„	71,8	0,11628	0,45	0,46
	25,750	„	„	69,1	0,12195	0,47	
October 1.	25,750	„	„	79,1	0,10095	0,39	0,40
	25,750	„	„	77,9	0,10347	0,40	

Ziege I.

Milch — Stickstoff.

Datum	Spec. Gew.	Substanz	25 c.c. SO_3 = N	1 c.c. BaO = N	BaO	Stickstoff		
		Grm.	Grm.	Grm.	c.c.	Grm.	Proc.	Mittel
Juli 19.	1,024	25,600	0,26390	0,00212	79,3	0,09578	0,37	0,38
	1,024	25,600	„	„	78,6	0,09727	0,38	
20.	1,025	25,625	„	„	79,0	0,09642	0,38	0,38
	1,025	25,625	„	„	77,4	0,09981	0,39	
21.	1,023	25,575	„	„	77,4	0,09981	0,39	0,39
	1,023	25,575	„	„	77,6	0,09939	0,39	
22.	1,023	25,575	„	„	77,3	0,10002	0,39	0,39
	1,023	25,575	„	„	76,6	0,10151	0,40	
23.	1,0235	25,587	„	„	80,2	0,09388	0,37	0,37
	1,0235	25,587	„	„	80,9	0,09239	0,36	
24.	1,024	25,600	„	„	80,3	0,09366	0,37	0,37
	1,024	25,600	„	„	79,9	0,09451	0,37	
August 2.	1,026	25,650	0,26706	0,00227	72,5	0,10248	0,40	0,39
	1,026	25,650	„	„	73,4	0,10044	0,39	
3.	1,025	25,625	„	„	74,1	0,09885	0,39	0,39
	1,025	25,625	„	„	72,6	0,10226	0,40	
4.	1,025	25,625	„	„	71,0	0,10589	0,41	0,40
	1,025	25,625	„	„	72,0	0,10362	0,40	

Datum	Spec. Gew.	Substanz	25 c.c. SO_3 = N	1 c c. BaO = N	BaO	Stickstoff		
		Grm.	Grm.	Grm.	c.c.	Grm.	Proc.	Mittel
August 5.	1,025	25,625	0,26706	0,00227	72,2	0,10317	0,40	0,40
	1,025	25,625	"	"	72,6	0,10226	0,40	
6.	1,025	25,625	"	"	73,5	0,10021	0,39	0,38
	1,025	25,625	"	"	74,7	0,09749	0,38	
7.	1,025	25,625	"	"	71,1	0,10566	0,41	0,41
	1,025	25,625	"	"	71,2	0,10544	0,41	
16.	1,024	20,480	"	"	78,6	0,08864	0,43	0,43
	1,024	20,480	"	"	79,2	0,08728	0,43	
17.	1,023	20,460	"	"	79,8	0,08591	0,42	0,42
	1,023	20,460	"	"	80,0	0,08546	0,42	
18.	1,024	20,480	"	"	78,7	0,08841	0,43	0,43
	1,024	20,480	"	"	78,9	0,08796	0,43	
19.	1,026	20,520	"	"	78,7	0,08841	0,43	0,43
	1,026	20,520	"	"	78,6	0,08864	0,43	
20.	1,025	20,500	"	0,00232	74,8	0,09352	0,46	0,45
	1,025	20,500	"	"	75,2	0,09260	0,45	
21.	1,026	20,520	"	"	72,8	0,09816	0,48	0,48
	1,026	20,520	"	"	72,9	0,09793	0,48	
30.	1,028	20,560	"	"	72,4	0,09909	0,48	0,48
	1,028	20,560	"	"	71,4	0,10141	0,49	
31.	1,026	25,650	"	"	59,2	0,12972	0,51	0,50
	1,026	25,650	"	"	59,5	0,12902	0,50	
September 1.	1,027	25,675	"	"	59,3	0,12948	0,50	0,50
	1,027	25,675	"	"	59,6	0,12879	0,50	
4.	1,027	25,675	"	"	59,9	0,12809	0,50	0,49
	1,027	25,675	"	"	61,2	0,12508	0,49	
13.	1,028	20,560	"	0,00211	73,7	0,11155	0,54	0,53
	1,028	20,560.	"	"	75,6	0,10754	0,52	
14.	1,027	20,540	"	"	79,9	0,09847	0,48	0,49
	1,027	20,540	"	"	77,4	0,10375	0,51	
15.	1,028	20,560	"	"	76,0	0,10670	0,52	0,52
	1,028	20,560	"	"	76,5	0,10564	0,51	
16.	1,028	20,560	"	"	75,4	0,10797	0,53	0,53
	1,028	20,560	"	"	75,2	0,10839	0,53	
17.	1,028	20,560	"	"	74,0	0,11092	0,54	0,54
	1,028	20,560	"	"	—	—	—	
18.	1,027	20,540	"	"	75,6	0,10754	0,52	0,53
	1,027	20,540	"	"	75,0	0,10881	0,53	
27.	1,028	.15,420	"	"	86,6	0,08433	0,55	0,55
	1,028	15,420	"	"	85,7	0,08623	0,56	
28.	1,028	15,420	"	0,00210	84,8	0,08898	0,58	0,58
	1,028	15,420	"	"	83,6	0,09150	0,59	
29.	1,028	15,420	"	"	83,8	0,09108	0,59	0,59
	1,028	15,420	"	"	84,0	0,09066	0,59	
30.	1,030	15,450	"	"	83,0	0,09276	0,60	0,60
	1,030	15,450	"	"	83,1	0,09255	0,60	
October 1.	1,029	15,435	"	"	83,4	0,09192	0,60	0,60
	1,029	15,435	"	"	83,4	0,09192	0,60	
2.	1,029	15,435	"	"	84,0	0,09066	0,59	0,58
	1,029	15,435	"	"	84,2	0,09024	0,58	

Ziege II.

Milch — Stickstoff.

Datum	Spec. Gew.	Substanz	25 c.c. SO_3 = N	1 c.c. BaO = N	BaO	Stickstoff		
		Grm.	Grm.	Grm.	c.c.	Grm.	Proc.	Mittel.
Juli 19.	1,027	25.675	0,26390	0,00212	70,7	0,11402	0,44	0,44
	1,027	25,675	„	„	71,0	0,11338	0,44	
20.	1,026	25,650	„	„	70,6	0,11423	0,45	0,45
	1,026	25,650	„	„	69,9	0,11571	0,45	
21.	1,025	25,625	„	„	71,2	0,11296	0,44	0,44
	1,025	25,625	„	„	70,6	0,11423	0,45	
22.	1,024	25,600	„	„	70,3	0,11486	0,45	0,45
	1,024	25,600	„	„	69,2	0,11720	0,46	
23.	1,026	25,650	„	„	69,2	0,11720	0,46	0,46
	1,026	25,650	„	„	69,2	0,11720	0,46	
24.	1,026	25,650	„	„	71,8	0,11168	0,44	0,44
	1,026	25,650	„	„	71,5	0,11232	0,44	
August 2.	1,027	25,675	0,26706	0,00227	62,6	0,12496	0,49	0,49
	1,027	25,675	„	„	62,6	0,12496	0,49	
3.	1,027	25,675	„	„	63,6	0,12269	0,48	0,48
	1,027	25,675	„	„	64,7	0,12019	0,47	
4.	1,027	25,675	„	„	65,5	0,11837	0,46	0,46
	1,027	25,675	„	„	65,2	0,11906	0,46	
5.	1,027	25,675	„	„	65,1	0,11928	0,46	0,46
	1,027	25,675	„	„	65,1	0,11928	0,46	
6.	1,027	25,675	„	„	64,8	0,11996	0,47	0,47
	1,027	25,675	„	„	64,3	0,12110	0,47	
7.	1,027	25,675	„	„	64,8	0,11996	0,47	0,48
	1,027	25,675	„	„	63,6	0,12269	0,48	
16.	1,025	20,500	„	„	73,0	0,10135	0,49	0,49
	1,025	20,500	„	„	74,0	0,09908	0,48	
17.	1,025	20,500	„	„	73,2	0,10090	0,49	0,50
	1,025	20,500	„	„	72,6	0,10226	0,50	
18.	1,026	20,520	„	„	73,1	0,10112	0,49	0,49
	1,026	20,520	„	„	73,7	0,09976	0,49	
19.	1,026	20,520	„	0,00232	71,3	0,10164	0,50	0,49
	1,026	20,520	„	„	71,7	0,10072	0,49	
20.	1,027	20,540	„	„	70,7	0,10304	0,50	0,50
	1,027	20,540	„	„	70,7	0,10304	0,50	
21.	1,027	20,540	„	„	71,8	0,10048	0,49	0,50
	1,027	20,540	„	„	69,7	0,10536	0,51	
August 30.	1,028	20,560	„	„	66,8	0,11208	0,55	0,55
	1,028	20,560	„	„	66,7	0,11232	0,55	
31.	1,028	25,700	„	„	55,8	0,13760	0,54	0,53
	1,028	25,700	„	„	56,0	0,13714	0,53	
September 1.	1,028	25,700	„	„	59,3	0,12948	0,50	0,50
	1,028	25,700	„	„	—	—	—	
2.	1,029	25,725	„	„	56,3	0,13644	0,53	0,53
	1,029	25,725	„	„	—	—	—	
3.	1,029	25,725	„	„	62,4	0,12229	0,48	0,49
	1,029	25,725	„	„	61,2	0,12508	0,49	
4.	1,029	25,725	„	„	55,6	0,13807	0,54	0,54

Datum	Spec. Gew.	Substanz	25 c.c. SO_3 = N	1 c.c. BaO = N	BaO	Stickstoff		
		Grm.	Grm.	Grm.	c.c.	Grm.	Proc.	Mittel
Septbr. 13.	1,031	20,620	0,26706	0,00211	70,6	0,11809	0,57	0,57
	1,031	20,620	"	"	70,4	0,11852	0,57	
14.	1,030	20,600	"	"	71,3	0,11662	0,57	0,57
	1,030	20,600	"	"	70,9	0,11746	0,57	
15.	1,030	20,600	"	"	72,7	0,11366	0,55	0,54
	1,030	20,600	"	"	74,1	0,11071	0,54	
16.	1,029	20,580	"	"	73,8	0,11134	0,54	0,54
	1,029	20,580	"	"	73,6	0,11176	0,54	
17.	1,030	20,600	"	"	73,2	0,11261	0,55	0,55
	1,030	20,600	"	"	72,9	0,11324	0,55	
18.	1,030	20,600	"	"	74,6	0,10965	0,53	0,54
	1,030	20,600	"	"	74,2	0,11050	0,54	
27.	1,030	15,450	"	"	83,7	0,09045	0,59	0,58
	1,030	15,450	"	"	84,1	0,08961	0,58	
28.	1,030	15,450	"	"	83,7	0,09045	0,59	0,58
	1,030	15,450	"	"	84,5	0,08876	0,57	
29.	1,029	15,435	"	0,00210	83,0	0,09276	0,60	0,60
	1,029	15,435	"	"	83,2	0,09234	0,60	
30.	1,029	15,435	"	"	83,3	0,09213	0,60	0,59
	1,029	15,435	"	"	84,8	0,08898	0,58	
October 1.	1,030	15,450	"	"	82,7	0,09339	0,60	0,60
	1,030	15,450	"	"	82,6	0,09360	0,61	
2.	1,031	15,465	"	"	82,0	0,09486	0,61	0,61
	1,031	15,465	"	"	82,7	0,09339	0,60	

5. Milch — Trockensubstanz und Fett.

Datum	Ziege I.					Ziege II.				
	Substanz	Trockensubstanz		Fett		Substanz	Trockensubstanz		Fett	
	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.	Proc.	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.	Proc.
Juli 19.	3,971	0,454	11,43	0,153	3,85	4,123	0,463	11,23	0,128	3,10
20.	4,440	0,505	11,37	0,159	3,58	4,515	0,495	10,96	0,129	2,86
21.	4,187	0,485	11,58	0,161	3,85	4,664	0,491	10,58	—	—
						4,601	0,487	10,58	0,120	2,61
22.	4,877	0,561	11,50	0,174	3,57	4,736	0,517	10,92	0,142	3,00
23.	4,706	0,549	11,67	0,188	3,99	4,684	0,526	11,23	0,147	3,14
24.	4,208	0,473	11,24	0,159	3,78	4,112	0,464	11,28	0,136	3,31
August 2.	4,524	0,505	11,16	0,145	3,21	4,657	0,503	10,80	—	—
3.	4,671	0,532	11,39	0,163	3,49	4,364	0,475	10,88	0,118	2,70
4.	4,167	0,470	11,28	0,139	3,33	4,210	0,435	10,33	0,095	2,26
5.	5,100	0,583	11,43	0,180	3,53	4,380	0,459	10,48	0,106	2,42
6.	4,999	0,561	11,22	0,170	3,40	4,233	0,441	10,42	0,098	2,31
7.	4,630	0,520	11,23	0,149	3,22	4,563	0,499	10,94	0,118	2,59
16.	4,257	0,516	12,12	0,174	4,09	4,290	0,483	11,26	0,133	3,10
17.	4,455	0,532	11,94	0,175	3,93	5,076	0,581	11,45	0,169	3,33

Datum	Ziege I.					Ziege II.				
	Substanz	Trockensubstanz		Fett		Substanz	Trockensubstanz		Fett	
	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.	Proc.	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.	Proc.
August 18.	4,878	0,572	11,73	0,182	3,73	4,662	0,533	11,43	0,148	3,17
19.	4,955	0,594	11,99	0,199	4,02	5,012	0,565	11,27	0,161	3,21
20.	4,920	0,590	11,99	0,191	3,88	4,868	0,554	11,38	0,151	3,10
21.	4,938	0,613	12,41	0,203	4,11	5,593	0,658	11,76	—	—
30.	5,515	0,745	13,51	0,278	5,04	5,136	0,636	12,38	0,197	3,84
31.	5,149	0,695	13,50	0.256	4,97	5,089	0,616	12,10	0,177	3,48
September 1.	5,097	0,719	14,11	0,293	5,75	5,077	0,628	12,37	0,191	3,76
2.	4,969	0,680	13,68	0,263	5,29	5,008	0,598	11,94	0,165	3,29
3.	5,201	0,720	13,84	—	—	5,305	0,659	12,42	0,195	3,68
4.	5,141	0,715	13,91	0,263	5,12	—	—	—	—	—
13.	5,118	0,680	13,29	0,233	4,55	4,962	0,572	11,53	0,112	2,26
14.	4,948	0,623	12,59	0,202	4,08	5,018	0,573	11,42	0,129	2,57
15.	4.944	0,649	13,13	0,217	4,39	4,664	0,539	11,56	0,122	2,62
16.	4,764	0,623	13,08	0,208	4,37	4,781	0,539	11,27	0,117	2,45
17.	4,909	0,679	13,83	0,254	5,17	5,120	0,584	11,41	0,138	2,70
18.	4,687	0,661	14,10	0,237	5,06	5,029	0,559	11,12	0,112	2,23
27.	4,884	0,717	14,68	0,314	6,43	4,643	0,602	12,97	0,203	4,37
28.	4,917	0,721	14,66	0,261	5,31	4,900	0,622	12,69	0,166	3,39
29.	4,574	0,677	14.80	0,262	5,73	4,820	0,635	13,17	0,193	4,00
30.	4,976	0,733	14,73	0,270	5,43	4,681	0,627	13,39	0,200	4,27
October 1.	4,944	0,706	14,28	0,257	5,20	4,465	0,568	12,72	0,155	3,47
2.	4,952	0,729	14,72	0,275	5,55	5,106	0,655	12,83	0,182	3,56

6. Milch — Asche.

Datum	Ziege I.			Ziege II.		
	Substanz	Asche		Substanz	Asche	
	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.	Grm.	Proc.
Juli 19.	79,3	3,404	0,76	73,0	3,677	0,85
20.	75,7			72,4		
21.	79,2			70,8		
22.	66,7			80,0		
23.	72,0			68,1		
24.	75,9			67,3		
August 2.	87,8	3,929	0,75	81,1	3,919	0,81
3.	89,2			81,0		
4.	81,2			76,8		
5.	88,1			92,5		
6.	89,1			74,0		
7.	87,6			79,2		
16.	72,3	3,399	0,81	72,6	3,853	0,90
17.	71,3			75,2		
18.	67,1			70,4		
19.	71,8			75,3		
20.	70,0			71,2		
21.	64,8			65,4		

Datum	Ziege I.			Ziege II.		
	Substanz	Asche		Substanz	Asche	
	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.	Grm.	Proc.
August 30. . . .	60,1	3,033	0,87	61,4	3,062	0,87
31. . . .	61,3			62,8		
September 1. . . .	58,1			58,1		
2. . . .	59,6			54,2		
3. . . .	57,2			58,6		
4. . . .	55,0			57,6		
13. . . .	44,3	2,435	0,92	57,9	2,770	0,85
14. . . .	46,5			55,3		
15. . . .	46,4			52,6		
16. . . .	43,6			52,6		
17. . . .	41,6			52,5		
18. . . .	43,5			54,8		
27. . . .	50,10	2,327	0,91	48,42	2,401	0,89
28. . . .	45,05			43,70		
29. . . .	42,25			40,21		
30. . . .	43,79			42,50		
October 1. . . .	38,65			45,15		
2. . . .	35,01			49,46		

Beobachtungen über den schwankenden Gehalt des Wassers an festen Bestandtheilen aus verschiedenen Brunnen in München.

Von

Louis Aubry,

Assistent am Laboratorium für physiologische Chemie in München.

(Fortsetzung zu Bd. III. pag. 86.)
Mit Tafel IX.

Im II. und III. Bande der Zeitschrift für Biologie veröffentlichte Herr August Wagner seine Beobachtungen über den schwankenden Gehalt des Wassers an festen Bestandtheilen in verschiedenen Brunnen Münchens und zeigte, dass da wo viele Menschen auf der Oberfläche wohnen, auch die Auslaugungsproducte der Excremente und sonstiger Abfälle in grösserer Menge in dem unter dem Boden angesammelten und durch gegrabene Brunnen zu Tage beförderten Wasser zu finden seien. Der gegrabene Brunnen an irgend einem Orte ist der sicherste Anhaltspunkt zur Beurtheilung der Bodenverunreinigung. Processe, die im Boden schwer oder unmöglich beobachtet werden könnten, dürften uns durch das denselben in steter Bewegung bald mehr bald weniger durchfeuchtende und auslaugende Wasser am sichersten verrathen werden.

Es hat sich aus den oben angeführten Beobachtungen ergeben, dass die grossen Differenzen im Salzgehalt der einzelnen Wässer Hand in Hand gehen mit der grösseren oder geringeren Durchfeuchtung des Bodens durch atmosphärische Niederschläge. Waren letztere bedeutend, so nahm der Salzgehalt zu, nahmen sie ab, so wurde auch der Salzgehalt geringer. Wenn auch verschiedene Ein-

Datum	Ziege I.			Ziege II.		
	Substanz	Asche		Substanz	Asche	
	Grm.	Grm.	Proc.	Grm.	Grm.	Proc.
August 30. . . .	60,1	3,033	0,87	61,4	3,062	0,87
31. . . .	61,3			62,8		
September 1. . . .	58,1			58,1		
2. . . .	59,6			54,2		
3. . . .	57,2			58,6		
4. . . .	55,0			57,6		
13. . . .	44,3	2,435	0,92	57,9	2,770	0,85
14. . . .	46,5			55,3		
15. . . .	46,4			52,6		
16. . . .	43,6			52,6		
17. . . .	41,6			52,5		
18. . . .	43,5			54,8		
27. . . .	50,10	2,327	0,91	48,42	2,401	0,89
28. . . .	45,05			43,70		
29. . . .	42,25			40,21		
30. . . .	43,79			42,50		
October 1. . . .	38,65			45,15		
2. . . .	35,01			49,46		

Rückstandsmenge per Liter in Grammen.

Tag der Bestimmung	Rosengarten	Sterngarten	Bahnhof	Eck d. Karls- und Dachauerstr.	Himbselhaus	Sendlinger-Landstrasse No. 34	No. 31	No. 35	No. 30	No. 50
1867										
8. März	0,68	0,76	0,72	0,78	1,62	0,67	1,21	0,94	1,21	0,93
22. „	0,80	0,84	0,75	0,83	1,14	0,60	1,23	1,03	0,99	1,08
4. April	0,71	0,77	0,71	0,86	1,03	0,52	1,17	0,88	0,93	0,65
18. „	0,68	0,71	0,69	0,83	0,91	0,48	1,03	0,83	0,86	0,47
2. Mai	0,60	0,63	0,61	0,78	0,81	0,41	0,86	0,74	0,79	0,43
16. „	0,50	0,57	0,52	0,75	0,59	0,38	0,93	0,54	0,75	0,46
31. „	0,58	0,60	0,54	0,73	0,64	0,40	1,00	0,54	1,02	0,72
14. Juni	0,60	0,60	0,57	0,68	0,62	0,39	1,13	0,66	1,00	0,61
28. „	0,54	0,55	0,57	0,71	0,67	0,41	1,22	0,57	1,10	0,54
13. Juli	0,47	0,50	0,49	0,62	0,59	0,38	1,13	0,50	0,96	0,49
27. „	0,50	0,52	0,50	0,64	1,23	0,40	1,15	0,51	1,15	0,53
10. August	0,49	0,53	0,49	0,69	0,63	0,42	1,11	0,48	1,88	0,57
24. „	0,73	0,52	0,50	0,62	0,66	0,43	1,33	0,46	0,69	0,55
7. September	0,58	0,56	0,51	0,60	0,68	0,44	1,39	0,54	0,88	0,82
21. „	0,51	0,54	0,53	0,64	0,64	0,41	1,51	0,49	0,80	0,59
5. October	0,52	0,56	0,64	0,66	0,74	0,53	1,59	0,55	0,88	0,64
19. „	0,55	0,66	0,61	0,65	0,73	0,51	1,63	0,60	0,90	0,67
2. November	0,52	0,57	0,56	0,62	0,69	0,48	1,47	0,59	0,87	0,66
16. „	0,48	0,49	0,54	0,64	0,79	0,45	1,48	0,54	0,78	0,61
30. „	0,44	0,48	0,53	0,61	0,72	0,44	1,42	0,50	0,80	0,58
14. December	0,45	0,47	0,50	0,63	0,74	0,49	1,49	0,51	0,88	0,63
28. „	0,50	0,52	0,54	0,66	0,68	0,47	1,41	0,69	0,90	0,73
1868										
11. Januar	0,48	0,55	0,52	0,67	0,76	0,43	1,31	0,71	0,78	0,69
25. „	0,49	0,48	0,53	0,64	0,74	0,37	1,35	0,46	0,79	0,60
8. Februar	0,48	0,50	0,52	0,63	0,69	0,39	1,30	0,47	0,89	0,63
22. „	0,55	0,51	0,54	0,67	0,72	0,39	1,25	0,48	0,87	0,55
7. März	0,49	0,52	0,48	0,60	0,67	0,36	1,22	0,42	0,78	0,51
21. „	0,50	0,51	0,52	0,62	0,68	0,40	1,24	0,44	0,75	0,57
4. April	0,49	0,51	0,50	0,62	0,70	0,41	1,21	0,43	0,70	0,59
18. „	0,46	0,50	0,48	0,63	0,66	0,40	1,30	0,40	0,77	0,55
2. Mai	0,48	0,56	0,53	0,61	0,71	0,43	1,19	0,53	0,89	0,66
16. „	0,57	0,57	0,50	0,59	0,64	0,47	1,28	0,48	0,85	0,59
30. „	0,50	0,52	0,51	0,62	0,60	0,49	1,32	0,44	0,94	0,56
13. Juni	0,64	0,63	0,59	0,65	0,63	0,99	1,48	0,68	1,14	0,89
27. „	0,58	0,55	0,56	0,64	0,70	0,47	1,38	0,62	0,92	0,68
11. Juli	0,62	0,59	0,55	0,64	0,66	0,57	1,45	0,55	0,91	0,62
25. „	0,56	0,58	0,57	0,57	0,65	0,66	1,46	0,58	0,99	0,75
8. August	0,61	0,60	0,56	0,66	0,67	1,02	1,65	0,60	1,18	0,74
22. „	0,52	0,52	0,56	0,62	0,68	1,23	1,60	0,67	1,20	0,93
5. September	0,58	0,54	0,52	0,67	0,65	0,77	1,43	0,76	1,14	0,87
29. „	0,57	0,60	0,54	0,61	0,69	0,59	1,55	1,10	0,46	0,91
6. October	0,59	0,62	0,48	0,66	0,70	0,62	1,51	1,58	0,41	1,33
17. „	0,57	0,61	0,49	0,63	0,76	0,57	1,45	1,79	0,37	1,28
31. „	0,58	0,53	0,46	0,65	0,97	0,51	1,52	1,88	0,35	1,59
14. November	0,52	0,49	0,49	0,60	1,08	0,49	1,38	2,04	0,35	1,52
28. „	0,53	0,58	0,45	0,62	1,15	0,59	1,22	2,46	0,37	1,56
12. December	0,56	0,56	0,53	0,59	1,20	0,58	1,43	2,18	0,38	1,87
23. „	0,56	0,61	0,61	0,63	1,20	0,72	1,42	2,42	0,34	1,93

Tag der Bestimmung	Rosengarten	Sterngarten	Bahnhof	Eck d. Karls- und Dachauerstr.	Himbselhaus	Sendlinger-Landstrasse No. 34	No. 31	No. 35	No. 30	No. 50
1869										
15. Januar	0,59	0,62	0,67	0,62	1,32	1,29	1,40	1,79	1,28	1,41
29. „	0,60	0,58	0,54	0,67	1,26	1,08	1,53	1,33	1,16	1,05
12. Februar	0,49	0,57	0,57	0,62	0,92	1,09	1,47	1,07	1,11	0,78
26. „	0,47	0,51	0,56	0,64	0,99	—	1,88	1,35	0,57	1,00
12. März	0,52	0,56	0,57	0,60	0,97	0,82	1,34	1,83	0,41	1,31
26. „	0,50	0,55	0,71	0,65	1,30	1,74	1,48	2,13	0,89	1,78
9. April	0,54	0,58	0,76	0,69	1,38	1,07	1,40	1,43	1,11	1,30
23. „	0,55	0,59	0,74	0,75	1,29	1,36	1,42	1,63	0,78	1,43
7. Mai	0,46	0,53	0,72	0,71	0,72	1,42	1,32	1,32	1,53	1,23
21. „	0,60	0,64	0,70	0,72	0,75	1,59	1,57	1,66	1,54	1,37
4. Juni	0,69	0,66	0,65	0,69	0,97	1,09	1,45	2,06	0,45	1,35
18. „	0,59	0,61	0,68	0,70	0,90	0,90	1,38	2,22	0,41	1,53
3. Juli	0,67	0,74	0,70	0,68	1,14	1,11	1,51	2,32	0,45	1,45
17. „	0,64	0,72	0,68	0,66	0,74	1,46	1,54	2,22	0,57	1,49
31. „	0,69	0,78	0,73	—	0,84	1,26	1,36	1,79	0,48	1,30
Durchschnittszahl v. 1867, 1868, 1869	0,571	0,603	0,589	0,668	0,913	0,760	1,348	1,122	0,885	0,986

Die grössten Durchschnitts-Zahlen treffen die Brunnen vom Himbselhaus und von der Sendlinger-Landstrasse, hier sind also die örtlichen Verunreinigungen am grössten. Recht auffallend zeigen sich die Schwankungen der Rückstandsmenge, wenn man die höchste und niedrigste Zahl für jeden einzelnen Brunnen zusammenstellt, wo man alsdann durch Subtraction die grösste Differenz erhält:

Für die Jahre 1867, 1868 und 1869 bis zum August ist	Rosengarten	Sterngarten	Bahnhof	Ecke der Karls- und Dachauer-Strasse	Himbselhaus	Sedlinger-Landstrasse N. 34	N. 31	N. 35	N. 30	N. 50
Maximum	0,80	0,86	0,76	0,86	2,08	1,74	1,65	2,46	1,89	1,93
Minimum	0,44	0,47	0,45	0,57	0,59	0,36	0,86	0,40	0,34	0,43
Grösste Differenz .	0,36	0,39	0,31	0,29	1,49	1,38	0,79	2,06	1,55	1,50

Die Schwankungen im Salzgehalt der Brunnen vom Rosengarten, Sterngarten und Bahnhof sind in den letztern Jahren viel geringer; der Brunnen an der Karlsstrasse zeigt nahezu dieselben Schwankungen. Die Differenz vom Himbselhaus ist zwar vom Jahre 1867 bis jetzt geringer, doch gehen die Schwankungen hier so rasch vor sich und ist der Salzgehalt ein so hoher im Mittel, dass

auch für die letzten Jahre dieses Wasser zu den schlechtesten der Stadt gereiht werden muss. Ebenso wie der Brunnen vom Himbselhaus, zeigen die Brunnen an der Sendlinger-Landstrasse höchst bedeutende Schwankungen, welche von den ansehnlichen örtlichen Verunreinigungen herrühren. Die Brunnen Nr. 31 und Nr. 50 dortselbst stehen mit ihrer Durchschnittszahl über den Vorjahren, sie haben sich verschlechtert, alle übrigen Brunnen zeigen niedrigere Durchschnittszahlen. Der Brunnen Nr. 34 hat sich bedeutend gebessert, seine Durchschnittszahl von 1864, 1865 und 1866 ist 1,882, die aus den späteren Bestimmungen berechnete 0,760. Der Brunnen von Nr. 35 hatte anfangs von April 1867 an ein leidlich gutes Wasser, welches aber Ende September 1868 schlechter wurde, dazu auch eine ganz tiefgelbe Farbe annahm und einen jauchigen Geruch beim Eindampfen verbreitete. Eigenthümlich ist es, und verdient bemerkt zu werden, dass das Wasser der Sendlinger-Landstrasse fast immer, wenn auch schwach gelb gefärbt ist, zeitweise hat es dann allerdings eine tiefgelbe Farbe, wie z. B. das vom Brunnen Nr. 35, Nr. 50. Das Wasser vom Himbselhaus ist nie gelb gefärbt, aber zeitweise stark getrübt.

Wenn man die Rückstandsmenge nach Quartalen berechnet und dazu die gefallene Regenmenge nach den Bestimmungen der Sternwarte zu Bogenhausen, auch nach Quartalen berechnet, setzt, so ergibt sich das auf nachstehender Tabelle ersichtliche Verhältniss. Ich habe dabei auch wieder nur diejenigen Brunnen berücksichtiget, welche nicht so grossen rein lokalen Einflüssen ausgesetzt sind.

	1867 Quartal				1868 Quartal				1869 Quartal		Durchschnitts-Zahl
	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	
Regenmenge in Linien	96,59	142,46	110,78	94,75	49,37	94,74	94,16	62,59	48,50	99,77	—
	444,58				300,86				148,27		
Rosengarten	0,722	0,601	0,546	0,494	0,498	0,531	0,576	0,551	0,528	0,571	0,562
Sterngarten	0,826	0,633	0,528	0,535	0,511	0,548	0,571	0,571	0,565	0,601	0,589
Bahnhof	0,716	0,601	0,503	0,560	0,518	0,524	0,550	0,501	0,603	0,708	0,578
Ecke d. Karls- u. Dachauer-Strasse	0,790	0,763	0,635	0,638	0,638	0,623	0,628	0,626	0,633	0,710	0,668
im Mittel	0,763	0,649	0,553	0,557	0,541	0,556	0,581	0,562	0,582	0,647	—
Jahresmittel	0,630				0,560				0,614		—

Es möchte nach vorstehender quartalischer Zusammenstellung der Durchschnittszahlen und dem daraus gezogenen Jahresmittel, wenn man es mit der in der oberen Rubrik angeführten Regenmenge vergleicht, erscheinen, als bewahrheite sich der aus den bisher veröffentlichten Untersuchungen gezogene Schluss: „mehr Regen führt dem im Boden angesammelten und durch Pumpbrunnen zu Tage geförderten Wasser auch mehr feste Bestandtheile zu,“ nun auf einmal nicht mehr.

Die mittlere Regenmenge im Jahre 1867 beträgt 444,58 Pariser Linien, 45,48 Linien mehr als im Vorjahre (mit 399,10 Linien); das Jahresmittel der Rückstandsmenge zeigt 0,630 Grm. im Liter Wasser, also 0,189 Grm. weniger als im Jahre 1866. Im darauffolgenden, allerdings sehr trockenen Jahre haben wir einen mittleren Rückstandsgehalt der Wässer von 0,560 Grm. pro Liter und 300,86 Linien Regen. Es ist schon früher angedeutet worden, dass verschiedene Umstände bei Vermehrung und Verminderung der Rückstandsmenge eines Brunnenwassers modificirend wirken können. Ein solcher Umstand von grösster Wichtigkeit drängt sich jetzt an den Beobachter heran und erklärt die eben angeführte Abweichung. Wenn wir die Canalisation des Stadttheiles, dessen Wasser in dieser Abtheilung besprochen wurde, in's Auge fassen, so zeigt sich die höchst überraschende und für eine gute Anlage und Benützung der Siele günstig sprechende Thatsache, dass die grössere Reinheit der untersuchten Wässer die Folge der ergiebigen Spülung der im Bereiche der Brunnen liegenden Canäle zuzuschreiben ist.

Die Neucanalisirung der Ludwigs- und Maxvorstadt wurde schon im Jahre 1862 in Angriff genommen, und nach und nach die streckenweise fertigen Canaltheile ohne eigentliche Spülung dem Gebrauche übergeben. Erst später wurden diese Stadttheile durch das neuerbaute Pettenkofer-Brunnhaus bei Thalkirchen mit einer ausreichenden Menge reinen Wassers versorgt und wird dieses zur Spülung in die Siele geleitet. Die Spülvorrichtung besteht aus Stauschleussen und Spülbehältern an den Canalenden. Im Jahre 1867 waren nach Mittheilung des Stadtbauamtes bereits 22 Stau-

schleussen im neuen Sielnetz in Thätigkeit, welche denn auch den oben angeführten Einfluss auf das Brunnenwasser ausübten.

Das aus der Ausmündung der Canäle unterhalb der Veterinärschule in der Wiesenstrasse in den Schwabingerbach abfliessende Wasser enthält, nach einer im Jahre 1868 von Herrn Professor Dr. Feichtinger ausgeführten Untersuchung, bei Tag 0,541 Grm., bei Nacht 0,561 Grm. gelöste Bestandtheile im Liter,[1]) das entspricht beinahe der geringsten Rückstandsmenge der untersuchten Brunnenwässer, welche folglich kaum mehr durch das aus den Canälen sickernde Wasser verunreinigt werden dürften.

Wie weit etwa an der Abnahme der Rückstandsmenge auch der anhaltend hohe Grundwasserstand des Jahres 1867, der bei längerer Wirkung doch auch als eine Art Auswaschen imprägnirter Bodenschichten wirken muss, betheiliget ist, müssen fortgesetzte Beobachtungen ergeben.

II.

Die in dieser Abtheilung zusammengestellten Rückstandsmengen einer grösseren Anzahl von Brunnenwässern habe ich wieder im Anschluss an Herrn Wagners Abhandlungen in 2 Gruppen vereiniget, Partie I ist noch vollzählig, von Partie II sind entfernt worden der Brunnen an der Hauptwache und der Weinstrasse Nr. 6. Der Brunnen an der Akademie kann wieder benützt werden und beträgt nach einer Bestimmung vom 28. Juli 1869 die Rückstandsmenge 0,94 Grm. im Liter.

---

1) Siehe: Das Canal- oder Sielsystem in München etc. etc. von Dr. M. v. Pettenkofer. Protokoll V. Beilage II. Tabelle I. und II.

Partie I.

Standplatz des Brunnens	1867 21. Juni	1868 7. Januar	1868 19. Mai	1868 10. Nov.	1869 23. Juli	Mittelzahl	Grösste Differenz
Baumagazin am Sendlinger Thor . . .	0,86	0,82	0,76	0,70	0,79	0,786	0,16
Sendlingerstrasse Nr. 48	1,07	1,04	1,07	1,01	1,00	1,038	0,07
Kreuzgasse Nr. 20	1,81	1,72	1,56	1,67	0,83	1,518	0,98
„ Nr. 29	1,44	1,72	1,57	1,11	1,44	1,456	0,61
Glockengasse Nr. 8	0,88	0,99	1,03	0,92	0,93	0,950	0,15
Josephspitalgasse	1,68	1,32	1,35	1,35	1,56	1,452	0,36
Hundskugel Nr. 7	1,28	1,01	1,13	1,05	1,12	1,118	0,27
Hottergasse Nr. 7	0,84	0,74	0,81	1,02	0,95	0,872	0,28
Damenstiftsgasse Nr. 16	0,92	0,98	0,74	1,03	1,16	0,966	0,42
Althammereck Nr. 4	1,00	0,82	0,85	1,10	1,03	0,960	0,28
„ Nr. 14	1,65	0,85	1,02	1,01	1,03	1,112	0,80
Herzogspitalgasse	0,77	0,70	0,60	0,58	0,77	0,684	0,19
Glockengasse Nr. 2	0,79	0,87	0,82	0,87	0,77	0,824	0,10
Neuhausergasse Nr. 22	1,05	0,84	0,75	0,83	0,80	0,854	0,30
„ Nr. 29	0,76	0,83	0,79	0,60	0,72	0,740	0,23
Capellgässchen	0,88	0,72	0,73	0,74	0,79	0,772	0,16
Färbergraben (Schlachthaus)	1,28	0,86	1,04	0,78	0,88	0,968	0,50
Café Fink bei der Frauenkirche	1,08	1,24	1,17	0,96	0,80	1,050	0,44
Löwengrube (Appellger.)	1,07	0,78	0,75	0,76	0,58	0,788	0,49
Stadtgericht	1,11	0,71	0,78	0,99	0,60	0,838	0,51
Durchschnittszahl von 20 Beobachtungen	1,111	0,978	0,966	0,954	0,927	0,987	—

Partie II.

Standplatz des Brunnens	1867 27. Juni	1868 15. Januar	1868 22. Mai	1868 12. Nov.	1869 28. Juli	Mittelzahl	Grösste Differenz
Knorr-Haus I.	0,99	0,79	0,68	0,79	0,74	0,798	0,31
„ II.	0,82	0,75[1]	0,78	0,78	0,77	0,780	0,07
Griechische Kirche	0,86	0,61	0,53	0,53	0,75	0,656	0,33
Hof der Theatinerkirche	0,80	—	0,71	0,53	0,70	0,685	0,27
Theatinerstrasse Nr. 44	0,80	0,62	0,51	0,56	—	0,622	0,29
„ Nr. 52	1,67	1,29	1,42	1,38	—	1,440	0,38
Weinstrasse Nr. 6	1,18	1,70	1,13	1,40	—	1,352	0,57
Dienersgasse Nr. 12	0,78	0,54	0,71	0,57	0,72	0,664	0,24
Kaufingergasse Nr. 13	0,74	0,90	0,71	0,88	1,13	0,724	0,42
„ Nr. 37 (alte Hauptwache)	0,47	0,95	1,06	0,57	—	0,762	0,59
Petersplatz Nr. 4	0,55	0,43	0,68	0,35	0,60	0,522	0,33
Frauenplatz Nr. 11	0,94	0,69	0,94	0,59	0,68	0,768	0,35
Café Max Emanuel	1,20	0,35	0,46	0,71	0,42	0,628	0,85
Pfandhausgasse	—	0,98	1,06	0,52	1,04	0,900	0,54
Fürstenfeldergasse Nr. 10.	0,61	1,59	1,43	1,61	1,03	1,254	1,00
Sattlergässchen Nr. 1	1,80	1,37	1,76	0,79	1,21	1,386	1,01
Färbergraben Nr. 20	1,01	0,60	0,60	0,49	0,60	0,660	0,52
Sendlingergasse Nr. 15	—	1,18	1,23	1,22	1,30	1,232	0,12
„ Nr. 31	1,16	1,59	1,68	1,50	1,58	1,502	0,52
Durchschnittszahl aus 19 Beobachtungen	0,963	0,940	0,951	0,830	0,884	0,912	—

1) Der Brunnen am Knorrhaus II. war eingefroren und konnte das Wasser erst am 7. Februar zur Untersuchung gelangen.

Partie I hat aus den Beobachtungen von 1864—1867 eine Mittelzahl von 0,922, 1867—1869 von 0,987, die Mittelzahl für Partie II von 1864—1867 ist 0,846, von 1867—1869 0,912. Die höheren Mittelwerthe treffen hier mit der grösseren Regenmenge zusammen. Das Mittel von 1867 beträgt für Partie I und II 0,952 Grm. pro Liter, also 0,059 Grm. mehr als im regenärmeren Vorjahre. Die sub I. erwähnte Verringerung der Rückstandsmenge tritt also hier in der nach altem System unzureichend canalisirten innern Stadt nicht ein!

Durch einen Blick auf die Durchschnittszahlen wird man sich überzeugen, dass die Wässer sich sehr verschlechtert haben, wenn gleich die Schwankungen nicht so bedeutend als in den Vorjahren waren.

Die grösste Differenz trifft 1864—67 von Partie I den Brunnen an der Kreuzgasse Nr. 29 mit 1,57, dieses Wasser hat sich insofern gebessert als es 1867—69 nicht mehr so kolossale Schwankungen aufweist, doch gehört es noch zu den schlechtesten der Stadt, die Differenz beträgt für die letzten Jahre 0,61, dagegen zeigt diesmal der Brunnen Nr. 20 an der Kreuzgasse die grösste Schwankung mit 0,98.

Partie II hat für 1865—67 den Brunnen Nr. 10 an der Fürstenfeldergasse mit einer grössten Differenz von 1,73, in den letzten Jahren weist er als grösste Differenz 1,00 auf. Die grösste Differenz wurde für 1867—69 am Brunnen Nr. 1 in der Sattlergasse mit 1,01 beobachtet.

Das reinste Wasser hat der Brunnen am Petersplatz Nr. 4, es hat sich dasselbe aber auch im Vergleich mit den Vorjahren verschlechtert. So ist die Mittelzahl aus den Beobachtungen von

1865 = 0,410
1866—67 = 0,368
1867—69 = 0,522

den geringen Salzgehalt vom 11. November 1866 hat das Wasser nimmer erreicht; die niedrigste Rückstandszahl ist 0,35 Grm. im Liter im November 1868. Das Café Max Emanuel hatte nach den Beobachtungen von 1865—67 ein sehr schlechtes Wasser mit einer durchschnittlichen Rückstandsmenge von 1,017. Dieser Brunnen

hat sich so auffallend gebessert, dass im Januar 1868 die Rückstandsmenge nur 0,35 Grm. per Liter beträgt (eine Bestimmung vom 3. März 1868 gibt 0,39 Grm. per Liter an). Nach den Analysen von 1867—69 hatte das Wasser eine durchschnittliche Rückstandsmenge von 0,628 Grm. im Liter.

Sehr verschlechtert hat sich übrigens das Wasser von der ehemaligen Hauptwache (welcher Brunnen jetzt entfernt ist) mit 0,762 durchschnittlicher Rückstandsmenge, nachdem es früher zu den besten Wässern der Stadt gezählt werden musste.

Die Beschaffenheit des Wassers unserer Stadtbrunnen kann auch diesmal wieder dreist eine sehr schlechte genannt werden. Wenn man die Menge der festen Stoffe in Betracht zieht, welche darin aufgelöst ist, und damit die Rückstandsmenge des bis jetzt bekannten reinsten Wassers aus der Thalkirchner Leitung, welches den Verunreinigungen nicht ausgesetzt ist wie jene, so bemerkt man einen ganz gewaltigen Unterschied, der wieder nicht zu Gunsten der Münchener Pumpbrunnen spricht. Mehrmals und in verschiedenen Zeiträumen vorgenommene Rückstandsbestimmungen von Thalkirchner Wasser ergaben Schwankungen von 250 Milligrm. Rückstand im Liter bis 270 Milligrm.

III.

Aus den Beobachtungen von Herrn Wagner über den Kali- und Natrongehalt einiger Brunnenwässer geht hervor, dass bis zum Jahre 1867 das Verhältniss von Kali zum Natron sehr im Wachsen begriffen war, wie überhaupt eine Zunahme der Alkalienmenge bemerkt wurde. Diese Zunahme geht auch jetzt noch fort, dagegen ändert sich, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist, das Verhältniss von Kali und Natron. Die Natronmenge scheint immer mehr im Zunehmen begriffen zu sein, sie ist bei allen Brunnen mit Ausnahme der Maistrasse Nr. 21 (welcher Brunnen jetzt entfernt ist) bereits überwiegend geworden.

	Im Liter	Maistrasse Nr. 21	Maistrasse Nr. 3 u. 4	Glockenstr. Nr. 8	Himbselhaus	Glückstrasse Nr. 9/a	Amalienstr. Nr. 51	Amalienstr. Nr. 28
1867 7. Mai	**Rückstand**	1,445	0,975	0,870	0,745	0,680	0,950	0,950
	davon in Wasser lösl.	1,140	0,585	0,425	0,300	0,325	0,555	0,570
	Kali	0,2000	0,0371	0,0372	0,0458	0,0284	0,0540	0,0495
	Natron	0,0132	0,0205	0,0215	0,0202	0,0228	0,0267	0,0400
1868 12. Januar	**Rückstand**	1,370	0,960	1,010	0,680	0,520	0,690	0,745
	davon in Wasser lösl.	1,110	0,540	0,530	0,350	0,232	0,370	0,380
	Kali	0,0269	0,0410	0,0283	0,0319	0,0152	0,0298	0,0318
	Natron	0,0945	0,0858	0,0544	0,0403	0,0228	0,0322	0,0478
1868 2. Juni	**Rückstand**	0,610	1,137	1,157	0,642	0,635	0,692	0,765
	davon in Wasser lösl.	0,140	0,737	0,626	0,280	0,320	0,355	0,432
	Kali	0,0393	0,0538	0,0291	0,0259	0,0284	0,0319	0,0328
	Natron	0,0534	0,0361	0,0675	0,0349	0,0302	0,0389	0,0561
1868 9. Decemb.	**Rückstand**	0,745	0,325	0,940	1,045	0,416	0,675	0,725
	davon in Wasser lösl.	0,345	0,115	0,580	0,570	0,158	0,375	0,390
	Kali	0,0319	0,0048	0,0258	0,0315	0,0142	0,0274	0,0261
	Natron	0,0608	0,0131	0,0696	0,0899	0,0252	0,0494	0,0543
1869 3. August	**Rückstand**	0,640	0,305	0,880	0,810	0,475	0,780	0,910
	davon in Wasser lösl.	0,330	0,100	0,470	0,400	0,220	0,400	0,520
	Kali	0,0599	0,0030	0,0172	0,0281	0,0165	0,0271	0,0308
	Natron	0,0463	0,0061	0,0654	0,0512	0,0275	0,0497	0,0590
1869 21. October	**Rückstand**	—	0,310	0,755	1,245	0,410	0,635	0,810
	davon in Wasser lösl.	—	0,085	0,460	0,710	0,140	0,295	0,420
	Kali	—	0,0009	0,0228	0,0499	0,0137	0,0244	0,0254
	Natron	—	0,0074	0,0492	0,0758	0,0259	0,0323	0,0496

	Auf 100 Gewichtstheile Rückstand treffen	Maistrasse Nr. 21	Maistrasse Nr. 3 u. 4	Glockenstr. Nr. 8	Himbselhaus	Glückstrasse Nr. 9/a	Amalienstr. Nr. 51	Amalienstr. Nr. 28
1867 7. **Mai**	**Kali**	13,840	3,805	4,275	6,147	4,176	5,684	5,210
	Natron . . .	0,913	2,102	2,471	2,711	3,353	2,810	4,210
1868 12. Januar	**Kali**	1,963	4,270	2,802	4,691	2,923	4,319	4,268
	Natron . . .	6,898	8,937	5,386	5,926	4,384	4,666	6,416
1868 2. Juni	**Kali**	6,442	4,731	2,515	4,034	4,472	4,609	4,287
	Natron . . .	8,754	8,175	5,834	5,436	4,756	5,621	7,333
1868 9. December	**Kali**	4,281	1,477	2,744	3,014	3,413	4,059	3,600
	Natron . . .	8,161	4,027	7,404	8,602	6,057	7,318	7,489
1869 3. August	**Kali**	9,359	0,983	1,951	3,169	3,473	3,474	3,384
	Natron . . .	7,234	2,000	7,432	6,321	5,789	6,371	6,483
1869 21. October	**Kali**	—	0,290	3,019	4,008	3,311	3,842	3,135
	Natron . . .	—	2,387	6,516	6,088	6,317	5,086	6,123

Das Wasser von der Maistrasse Nr. 21 war immer ganz tiefgelb gefärbt, hatte einen üblen Geruch, immer wenn auch schwach alkalische Reaktion und war stets so trüb, dass es filtrirt werden musste. Die schwarzen Flocken, die darin herumschwammen, schienen von einer sehr stickstoffhaltigen Substanz herzurühren.

Die Häuser Nr. 3 und 4 an der Maistrasse haben einen Brunnen gemeinsam, dessen Wasser sich merkwürdiger Weise so gebessert hat, dass es als das reinste Grundwasser angesehen werden muss.

Herr Wagner hat im Jahre 1867 noch 3 Wässer auf ihren Kali- und Natrongehalt untersucht es gibt

			Per Liter in Grm.			
			Rück-stand	In Wasser löslich	Kali	Natron
1867	20. Febr.	Brunnthaler Wasser aus der Gartenwirthschaft	0,424	0,144	0,00206	0,00289
	26. „	Sendlinger Landstrasse Nr. 30 .	0,980	0,578	0,0483	0,0379
	8. März	Rosenheimer Strasse (Schleibinger Bräu-Keller)	0,455	0,196	0,0265	0,0044

Das Wasser vom Schleibinger-Bräukeller hat sich demnach seit der letzten Analyse vom 22. Januar 1865 gleichfalls verchlechtert und besonders der Kaligehalt zugenommen.

Diese 3 Wässer habe ich noch einmal untersucht und das Wasser aus dem, bei Wassertrinkern der Nachbarschaft so berühmten Stadtgerichtsbrunnen denselben angereiht und gefunden in einem Liter

	Geschöpft am	Rück-stand	in Wasser löslich	Kali	Natron
Wasser vom Stadtgericht . .	21. Octob. 1869	0,560	0,265	0,0203	0,0256
Brunnthaler Wasser (aus der Gartenwirthschaft)	3. Novemb. 1869	0,470	0,145	0,0016	0,0067
Wasser der Sendlinger Landstrasse Nr. 30	3. Novemb. 1869	0,425	0,180	0,0021	0,0059
Wasser vom Schleibinger-Bräu-Keller	3. Novemb. 1869	0,380	0,140	0,0077	0,0062

Das Wasser vom Stadtgericht hat sich zwar hinsichtlich der Rückstandsmenge und Alkaliengehalts gegen 1866 (Analyse vom

13. Februar) gebessert, diese Verbesserung ist jedoch so gering, dass der Ruhm desselben noch immer ein unverdienter genannt werden kann. Die übrigen Wässer zeigen geringere Rückstände, namentlich das der Sendlinger Landstrasse Nr. 30, dessen Verbesserung oben sub I bereits Erwähnung wurde. Kali- und Natrongehalt sind merklich geringer als im Jahre 1867.

Schliesslich habe ich noch zu bemerken, dass Herr Professor Wagner die Güte hatte, mir die bereits mitgetheilten Rückstandsbestimmungen bis zum Juli 1867 (wo ich erst die Arbeit zur Fortsetzung übernommen habe) und die Alkalienbestimmung vom 7. Mai desselben Jahres zur Veröffentlichung zu überlassen.

(Fortsetzung folgt.)

Bemerkung zu der Abhandlung von Dr. Eugen Berg über den Einfluss der Zahl und Tiefe der Athembewegungen auf die Ausscheidung der Kohlensäure durch die Lunge.[1])

Von

Dr. H. Lossen.

Herr Dr. Berg hat, durch Herrn Professor A. Vogel aufgefordert, die von mir[2]) mit Hilfe eines von Professor Voit zusammengestellten Athemapparates gemachten Beobachtungen zu controliren gesucht. Er sagt, es sei ursprünglich in seiner Absicht gelegen, den Unterschied in der Kohlensäureausscheidung durch die Lungen bei gesunden und kranken Menschen zu ermitteln, dieses Vorhaben sei aber gescheitert, da der Apparat dem normalen Athmen Hindernisse entgegensetzt und also keine physiologischen Kohlensäurequantitäten erhalten werden. Ich betone ausdrücklich, auch den Bemerkungen Anderer gegenüber, dass der Apparat nur gebaut wurde, um die Kohlensäureabgabe bei bestimmter Tiefe und Frequenz der Athemzüge zu ermitteln und dass man die Ventile und die Gasuhr als bestes Spirometer gebrauchen kann, um das Volum der Ein- und Ausathemluft eines Athemzuges oder während längerer Zeit zu messen. Es kann Prof. Voit nicht in den Sinn kommen zu anderen Zwecken eine solche Vorrichtung zu benutzen, da ihm der vollkommene Pettenkofer'sche Athemapparat zur Verfügung steht; es soll jedoch nicht widerstritten werden, dass mit ersterem bei gehöriger Uebung manche weitere Fragen über die Kohlensäureproduction gelöst werden können.

---

1) Diss. inaug. Dorpat 1869. und deutsches Archiv f. klinische Medicin. 1869. Bd. 6. S. 291.

2) Diese Zeitschrift 1866. Bd. II, S. 244.

Herr Dr. Berg will aber bei der Controlirung meiner Versuche in einem Punkte zu einem andern Resultate gekommen sein. Ich hatte durch viele Versuche gefunden, dass bei zahlreicheren Athemzügen, wenn die Tiefe derselben ganz der Willkühr überlassen wird, relativ und absolut weniger Kohlensäure ausgeathmet werde, weil in diesem Falle bei mehr Athemzügen die Tiefe viel geringer ausfällt. Vierordt hatte bekanntlich früher dargethan, bei mehr Athemzügen werde, wenn man mit jedem immer 500 c.c. wechselt, absolut mehr Kohlensäure entfernt. Die Zahlen von Vierordt und mir stehen sich also nicht, wie Herr Dr. Berg meint, feindlich gegenüber und es kann zwischen ihnen nicht entschieden werden, da die Voraussetzungen für beide ganz verschieden sind. Herr Dr. Berg zieht nun aus seinen Versuchen den Schluss, meine Behauptung könne nicht bestätiget werden; ich habe aber keine Behauptung aufgestellt, sondern ich habe Zahlen bei einer Reihe von Versuchen gewonnen, die nur dann ebenso erhalten werden können, wenn die Bedingungen die gleichen bleiben. Prof. Voit hat meine sämmtlichen Versuche von Anfang bis zu Ende mitgemacht; es ist so viel bei einem solchen Versuche zu berücksichtigen, dass der Athmende alle seine Aufmerksamkeit auf sein Geschäft richten und ein Anderer das Uebrige besorgen muss, während Herr Dr. Berg ohne Assistenz gearbeitet hat.

Die Versuche des Herrn Dr. Berg sind ganz andere wie die meinigen, zum Theil weil seine Methode der Bestimmung der Kohlensäure nicht ganz richtig ist, vor Allem aber weil die Art der Athmung bei ihm nicht die nämliche war.

Ich habe zunächst Einwendungen gegen die befolgte Methode zu machen.

Herr Dr. Berg nimmt das Mundstück nicht zwischen Kieferrand und Lippen, sondern vor die Lippen; durch ersteres Verfahren gewinnt das Mundstück einen festen Halt, während man bei dem letzteren, besonders bei rascherem Athmen, des völligen Verschlusses nicht sicher ist. Ich habe während einer Reihe von Tagen längere Zeit auf meine Weise ohne die mindeste Beschwerde geathmet. — Dr. Berg hat bei der Reducirung der Luftvolumina auf 0° die höhere Temperatur der Luft in der Probeflasche und der

Gasuhr nicht berücksichtiget, sondern nur die der äussern Luft genommen. Er sagt, ein gleiches scheine auch ich nicht gethan zu haben, wenigstens erhelle aus keiner Stelle meiner Schrift, dass ich diese Temperaturen berücksichtigte und auch Voit unterlasse es nach mündlicher Mittheilung an Professor Vogel. Dies ist nicht richtig. S. 247 meiner Abhandlung sage ich, dass während jedem Versuche mehrmals das Thermometer in der Flasche und in der Gasuhr abgelesen wurde. Herr Dr. Berg meint zwar, es müsste das Thermometer beim Schütteln mit dem Barytwasser zerbrechen oder man müsste das Schütteln unterlassen; unser Thermometer hängt aber in einem an einem Ringe angebrachten Hacken in die Flasche herab und kann mittelst eines Häckchens während des Einlaufens des Barytwassers in die andere Röhre der Flasche leicht herausgezogen werden. Die Temperaturdifferenz richtet sich nach dem Volumen der geathmeten Luft; sie ist allerdings nicht gross bei wenig Athemzügen und geringerem Luftvolum, da dabei Zeit zur Abkühlung vorhanden ist, sie beträgt aber 6—7° bei einem grossen Luftvolum. — Er sagt nichts von einer zeitweisen Aichung der Gasuhr, die je nach dem Füllungsgrad, auch wenn das überschüssige Wasser nach der Füllung abgelassen worden ist, sehr ungleiche Werthe gibt. — Er hat der Aetzbarytlösung kein Chlorbaryum zugefügt, was nach Prof. Pettenkofer's Erfahrungen wegen der fast immer vorkommenden Spuren von Aetzalkalien im Baryt nothwendig ist[1]) und ohne welchen Zusatz in diesem Falle eine genaue Titrirung unmöglich ist; aus diesem Grunde kamen auch manche Andere mit der Pettenkofer'schen Bestimmung der Kohlensäure nicht zurecht. — Er filtrirt die den kohlensauren Baryt enthaltende Barytlösung ab; dabei ändert sich aber leicht, wenn nicht besondere umständliche Vorsichtsmaassregeln gebraucht werden, durch Verdunstung von Wasser das Volum und durch Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft die Alcalescenz; wir schütteten die Mischung aus der Flasche rasch in einen gut verschliessbaren Kolben und liessen den Niederschlag sich völlig absetzen. — Er titrirt in einem Becherglas, in dem eine sichere Bestimmung, der Einwirkung der Kohlensäure der atmosphärischen

---

1) Annalen der Chemie u. Pharm. II. Suppl.-Bd. 1862, S. 27.

Luft halber, sich gar nicht ausführen lässt, man muss in Kölbchen mit engem Halse titriren. — Endlich habe ich zur Erzielung möglichst gleichartiger Verhältnisse täglich nur einen einzigen Versuch in der Zeit von 8—10 Uhr Vormittags, 2 Stunden nach Einnahme des immer gleichen Frühstücks gemacht, während Berg 3mal des Tages, also verschiedene Zeit nach der Nahrungsaufnahme und ohne Gleichhaltung der Mahlzeit experimentirte.

Aber es waren auch zweitens, und dies ist wohl der wichtigste Einwand, die Bedingungen der Athmung bei Berg ganz andere als bei mir. Ich habe die Tiefe und Art der Athmung der Willkühr überlassen und nur die Frequenz regulirt; Berg dagegen meinte, weil ich die Dauer einer Athmung bei 5maliger Respiration in 1 Minute zu 12 Sekunden bezeichnete, Inspiration und Exspiration seien genau gleich lang gewesen und dazwischen gar keine Pause gemacht worden. Diese Auffassung ist nicht richtig; ich bezeichnete vielmehr mit der Dauer einer Athmung die Zeit zwischen Anfang einer Inspiration und Beginn einer nächstfolgenden, wie man analog auch von der Dauer eines Herzschlags spricht; die Vertheilung der Zeit von 12 Sekunden auf Inspiration oder Exspiration oder Pause war bei mir völlig der Willkühr und dem Bedürfniss überlassen, während Berg ängstlich bemüht war, mit Hilfe einer Uhr die Zeit von In- und Exspiration ohne eine Pause gleich lang zu erhalten; er führte also einen Zwang ein, der die Ausscheidungsverhältnisse der Kohlensäure modificirte. Dass ein solcher Zwang Störungen bedingt, zeigt das Resultat meiner Versuche mit 20 Athemzügen, wobei ich auf die Ein- und Ausathmung nicht, wie es normal geschieht, annähernd gleiche Zeit verwenden konnte, sondern genöthigt war, 1 Sekunde für die Inspiration und 2 Sekunden für die Exspiration zu brauchen, wodurch ein Steigen der absoluten Kohlensäuremenge bei grösserer Anzahl der Athemzüge erfolgte. (A. a. O. Anmerk. S. 252.)

Aus diesen einfachen Gründen hat Herr Dr. Berg ein anderes Resultat als ich erhalten.

In letzter Zeit hat auch Liebermeister (deutsches Archiv f. klin. Med. Bd. 7. S. 75) die Resultate meiner Versuche, nach denen bei mehr Athemzügen und der Willkühr überlassenen Tiefe

derselben absolut weniger Kohlensäure abgegeben wird, bezweifelt und sie ganz merkwürdig und geradezu unbegreiflich genannt. Er will dies durch eine ungenaue Messung in der Gasuhr erklären; er hatte nämlich beim Durchleiten von Luft durch die Gasuhr unter starkem Druck eine zu geringe Angabe derselben und zugleich ein Plätschern im Innern des Instrumentes bemerkt. Er meint, dies käme daher, dass bei grossem Druck die Höhe der Sperrflüssigkeit nicht mehr genügt und unter Verdrängung derselben ein Theil der Luft, ohne in die Kammern der Trommel einzutreten, also ohne gemessen zu werden, hindurchgienge. Ein solcher Durchtritt der Luft kommt nicht vor, wenn die Grösse der Messtrommel in der Gasuhr dem Athemvolum angemessen ist und wenn die durch die Trommel durchgegangene Luft ohne Hinderniss entweichen kann. Darum hat die von mir benützte Uhr einen Trommeldurchmesser von 14.5 cent. met. und darum wird beim Gebrauch derselben als Spirometer stets der oben befindliche Manometer zur Erweiterung der Austrittsöffnung abgeschraubt. Die Resultate meiner Versuche sind aber auch nicht unbegreiflich, sondern selbstverständlich; wenn man mehr Athemzüge in der Zeiteinheit macht und das Volum jedes Athemzuges dabei kleiner wird, so wird die Lunge weniger ausgiebig ventilirt und es muss, wenn auch die Gesammtmenge der geathmeten Luft grösser ist, weniger Kohlensäure ausgeathmet werden. Liebermeister soll es nur einmal versuchen, recht häufige und wenig tiefe Athemzüge während einiger Minuten zu machen, er wird dann darnach sehr erfreut sein, eine Anzahl tieferer Athemzüge ausführen zu können, um die angesammelte Kohlensäure zu entfernen.

Druckfehler im Jahrgang 1869. Bd. 5.

S. 429 Zeile 8 von unten lies *S* statt *N*.

Ueber die Entwicklung der Lehre von der Quelle der Muskelkraft und einiger Theile der Ernährung seit 25 Jahren.

Von

Carl Voit.

In einer im Monate Februar dieses Jahres erschienenen Abhandlung[1]: „über die Gährung, über die Quelle der Muskelkraft und über Ernährung" sucht Liebig seine früheren hierüber aufgestellten Theorien und Ideen aufrecht zu halten und er verwirft dabei den grössten Theil der Resultate der neueren Arbeiten, namentlich meiner Untersuchungen in dem Gebiete der thierischen Ernährung.

Man könnte der Ansicht sein, man brauche in einer Wissenschaft wie die Physiologie, in welcher bei divergirenden Anschauungen schliesslich doch nur das Experiment entscheidet, einen nicht auf Versuche gestützten Angriff weniger zu beachten, namentlich wenn man gesonnen ist, sich noch weiter an der experimentellen Lösung der Fragen zu betheiligen. Ich hätte für dieses Mal gerne mich dieser Ansicht zugeneigt, da ich dadurch der schmerzlichen Empfindung überhoben gewesen wäre, öffentlich einem Manne mich gegenüber zu stellen, dessen Verdienste um die Physiologie zu den grössten gehören und dessen Gedanken die Ausgangspunkte meiner Arbeiten waren.

Dennoch war es mir unmöglich, die Sache sich selbst zu überlassen. Durch die unablässigen Bemühungen einzelner Forscher sind bestimmte Stützpunkte gewonnen worden, von denen aus jetzt

1) Sitz.-Ber. d. b. Acad. d. Wiss. 1869, II. 4.; Annal. d. Chem. u. Pharm. und besonderer Abdruck aus letzteren mit einer Vorrede. 1870.

eine tiefere Einsicht in die Vorgänge bei der Ernährung möglich ist; diese Stützpunkte, welche Liebig zu erschüttern gesucht hat, müssen über jeden Zweifel sicher gestellt sein. Der Name Liebig's ist mit vollem Rechte so bedeutend, und die Bildung eines sicheren Urtheils in jeder Frage der Ernährungslehre, welche mehr als andere die Kenntniss einer grossen Anzahl von Thatsachen voraussetzt, so schwierig, dass ohne eine Antwort von meiner Seite die weitere Entwicklung, wenigstens für einige Zeit, aufgehalten würde.

Die Fortschritte der Wissenschaft in der Ernährung der Thiere und des Menschen sind aber von einer solchen Wichtigkeit für den Arzt, den Landwirth und die ganze Gesellschaft, dass es durchaus nicht gleichgültig ist, ob die Forschungen auf diesem Gebiete um 10 Jahre früher oder später ihre Früchte tragen.

Liebig hatte das Glück, mit dem Beginne der raschen Entwicklung der organischen Chemie, deren durchgreifende Bedeutung für die Erkenntniss der Vorgänge im Organismus sein Geist alsbald erkannt hatte, in die Wissenschaft eingetreten zu sein. Durch die grösstentheils von ihm und seiner Schule ausgehende Erforschung der chemischen Zusammensetzung der Nahrung, der Bestandtheile des Körpers und seiner Zersetzungsprodukte vorbereitet, konnte er mit Meisterhand die Vorgänge bei der Ernährung in allgemeinen Umrissen zeichnen. Die Erkenntniss der ungleichen Bedeutung der einzelnen Nahrungsstoffe, die Verfolgung der Umwandlung der complicirten Verbindungen in einfache Oxydationsprodukte und die Darlegung der dabei auftretenden Wirkungen brachen mächtig Bahn in dem bis dahin so schwer zugänglichen Gebiete; nur den ewig denkwürdigen Arbeiten Lavoisier's war es durch die Uebertragung der neuen Erkenntnisse über den Verbrennungsprocess seit einem Jahrhundert beschieden, einen ähnlichen Wendepunkt in der Physiologie einzuleiten.

Zur Erklärung der Erscheinungen des Lebens benützen wir eine grosse Anzahl von Wissenschaften. Daher kommt es, dass jeder grössere Fortschritt in diesen auf erstere wirkt und dass bei dem Interesse, welches für Jeden die geheimnissvollen Processe in der lebendigen Natur haben, die erste Anwendung einer neuen

Lehre meist nicht vom Physiologen von Fach, sondern von den Begründern derselben versucht worden ist. Ich erinnere nur an Kepler, Borelli, Bernouilli, Galvani, Hales, Mayow, Lavoisier.

Erst wenn man auf diese Weise die Bedeutung erkannt hatte, welche eine neue Lehre für die Erforschung der Processe in den Organismen hat, nahm man sie allgemein als Hülfswissenschaft auf und zwar häufig mit solchem Erfolge, dass auch die Mutterwissenschaft beträchtlich gefördert worden ist.

Wenn auch die fernere Entwicklung der letzteren stets von Einfluss auf die Physiologie bleibt, so ist es doch nach der ersten Anwendung immer der Physiologe, welchem die Aufgabe zufällt, die Vorgänge weiter, tiefer und eingehender zu verfolgen, da nur er die näheren Kenntnisse dazu besitzt. Nicht mehr der Physiker, sondern der Physiologe erforscht die physikalischen Vorgänge im Auge oder Ohr, die Electricitätsentwicklung in den Organismen oder die Wärmeerscheinungen.

Aehnlich ist das Verhältniss der Chemie zur Physiologie; sie ist seit Jahrhunderten eine treue Mutter der Physiologie gewesen. Nicht die Anwendung der Chemie auf die Physiologie war das Neue, sondern ein Fortschritt in der Chemie, das Aufblühen der organischen Chemie war es, was Liebig befähigte, tiefere Blicke, als es vorher möglich war, in das Geschehen im Organismus zu werfen; nicht seine Ideen, sondern die experimentellen Arbeiten seiner Schule waren es; seine Theorien sind, wie er selbst sagt, nichts weiter als Schlussfolgerungen aus den von ihm, seinen Schülern, Wöhler und Anderen damals gefundenen Thatsachen. Da es sich um eine neue Richtung der Wissenschaft handelte, so war sein Erfolg ein durchschlagender, obwohl er in der Vorrede zu seiner Abhandlung über die geringe Beachtung seiner Ansichten von Seiten der Chemiker, Physiologen und Aerzte klagt; seine Theorien, z. B. die über Muskelkraft, Fettbildung, Ursachen der Zersetzungen im Körper etc. hatten nach kurzem Kampfe das Feld behauptet und während langer Zeit galten sie unbedingt als richtig.

Aber alle Theorien verfallen, wie Liebig in der Vorrede so treffend auseinandersetzt, einer steten Wandlung durch die Be-

richtigung mangelhafter Beobachtungen und die Entdeckung neuer Thatsachen; die gegebenen Erklärungen sind nach ihm stets unvollständig und ungenau, da man bei ihrer Aufstellung nur eine beschränkte Anzahl von der ganzen Summe der zur Erscheinung gehörenden Thatsachen kennt und mangelhafte Beobachtungen, die man für richtig hält, damit in Verbindung bringt. So wächst eine neue Theorie immer aus der alten heraus. Wenn nicht die Wissenschaft still steht, so können auch die Liebig'schen Theorien diesem allgemeinen Schicksal nicht entgehen. Ist nun die Lehre von der Ernährung seit 25 Jahren nicht anders geworden?

Fast sollte man es glauben, denn Liebig meint: „Da die Chemiker, mit anderen Aufgaben beschäftigt, im Ganzen nur ein flüchtiges Interesse an Fragen der Physiologie und Medicin nehmen, so ist in diesem Gebiete die Erkenntniss der chemischen Vorgänge in den Lebensprocessen sehr viel breiter, aber kaum tiefer geworden; der alte Eiweissbegriff in der Ernährung ist unverändert geblieben."

Nach der chemischen Analyse der Stoffe der Nahrung und des Körpers einerseits, und der Ausscheidungsprodukte andererseits konnte ein Chemiker einige Grundprinzipien der Ernährungslehre und gewisse Möglichkeiten aufstellen. Dies war aber nur der Anfang und ein weites Feld war der Bearbeitung des Physiologen eröffnet. Die Aufnahme und Ausnützung der Nahrungsstoffe im Darm, die Verschiedenheit der Zersetzung unter den mannigfaltigsten Einflüssen, die Bedingungen der Erhaltung des Körpers oder der Fleisch- und Fettbildung, die Ursachen des Zerfalls, die Modalitäten der Sauerstoffaufnahme, das sind nur einige der Fragen, welche der Lösung harrten, beinahe nichts war durch den Versuch am Thier geprüft. Diese Aufgaben fielen natürlich dem Physiologen zu; der Chemiker wird durch die chemische Untersuchung der organischen Stoffe, die Erkennung ihres Zusammenhangs und Aufbaus mit Hülfe der Synthese noch genug Gelegenheit haben, die Physiologie zu fördern, jedoch wird er nicht im Stande sein, die Vorgänge im Körper, die Gesetze der Ernährung, der Mästung etc. etc. zu verfolgen, das ist nicht sein Gebiet und dazu mangeln ihm die Kenntnisse des Details, das in seiner kaum bewältigbaren Fülle den Fachmann fast erdrückt.

Als ich vor etwa 14 Jahren mich mit diesem Theil der Physiologie, angeregt durch die Arbeit von Bidder und Schmidt, experimentell zu beschäftigen anfing, dienten mir die von Liebig ausgehenden Ideen als Leitsterne und ich habe es oft und gerne bekannt, dass ich auf der von ihm gewonnenen Grundlage fusste. Aber ich sah alsbald ein, dass der nächste Fortschritt nicht aus weiteren chemischen Analysen, sondern vor Allem aus dem physiologischen Versuch zu erwarten war; der Organismus musste stets direkt gefragt werden, um zu entscheiden, wie er sich thatsächlich allen möglichen Einflüssen gegenüber verhält. Die beharrliche Anwendung des auf diesem Felde noch wenig richtig gebrauchten Hülfsmittels musste nothwendig zu neuen Thatsachen und Schlussfolgerungen oder Theorien führen, die von meiner Seite aber nie gegen Liebig gekehrt, sondern stets als eine natürliche Entwicklung der seinigen aufgefasst wurden. Ich habe, wie Jeder ersieht, der meine Arbeiten kennt, von Anfang an ein bestimmtes Ziel unverrückt verfolgt; eine ganze Reihe von Jahren war der Ergründung der Methoden gewidmet und man weiss, welche Schwierigkeiten ich zu überwinden hatte, bis die Wege, die ich betreten sollte, geebnet waren. Durch unverdrossene Abmühungen suchte ich mir dann eine möglichst breite und sichere Basis von Erfahrungen für meine Schlüsse zu verschaffen. Jeder wird zugestehen, dass alle die Arbeiten von mir und meinem Freunde Pettenkofer, die aus dem physiologischen Institute zu München hervorgegangen sind, einzelne Glieder der nämlichen Kette sind, und dass sie und die Arbeiten Anderer eine Menge neuer Thatsachen zu Tage gefördert haben. Und nun soll seit 25 Jahren „in diesen Gebieten unsere Erkenntniss der chemischen Vorgänge in den Lebensprocessen sehr viel breiter, aber kaum tiefer geworden sein; der alte Eiweissbegriff in der Ernährung ist unverändert geblieben.“ Als ob der „alte Eiweissbegriff“ je anders werden könnte, wenn man auch die Bedeutung des Eiweisses unendlich besser versteht als früher.

Lavoisier hat die Grundlagen für das Verständniss des Respirationsprocesses gelegt. Ist aber seitdem unsere Erkenntniss desselben nicht tiefer geworden, seit wir durch zahllose Forschungen wissen, wie der Sauerstoff in's Blut aufgenommen und die Kohlen-

säure abgegeben wird, seit wir das Athmen der Organe kennen, seit wir die quantitativen Verhältnisse dieses Austausches unter den verschiedensten Umständen studirt haben? Und doch ist der alte Sauerstoffbegriff unverändert geblieben. Es ist nicht schwer zu zeigen, dass unsere Kenntnisse über die Ernährung des thierischen Organismus seit einem Vierteljahrhundert in demselben Maasse Fortschritte gemacht haben, als unsere Erfahrungen über die Respiration seit den Zeiten des unsterblichen Lavoisier.

Nachdem Liebig, ich wiederhole es, ausgehend von den chemischen Eigenschaften der Stoffe und allgemeinen Erfahrungen, mit grossem Scharfsinn eine Reihe von Möglichkeiten entwickelt hatte, gründete sich der Fortschritt auf eine andere Richtung der Forschung, auf die Befragung des Thierkörpers selbst, der uns die Antwort geben muss, wie sich die Vorgänge in Wirklichkeit gestalten. Wer heut' zu Tage in dieser Richtung Theorien machen will, muss, wenn sie sich über Vermuthungen hinaus erstrecken sollen, jene Thatsachen kennen, und die Kenntniss und das Urtheil erwirbt man sich nur durch fortwährende Fühlung mit dem Experiment.

I.

Liebig bespricht in seiner Schrift zunächst die von ihm früher aufgestellte Theorie von der Quelle der Muskelkraft. Dieselbe bestand bekanntlich aus mehreren Theilen. Erstens bedingt darnach allein das Eiweiss bei seiner Zersetzung die Arbeit des Muskels; dann ist die Arbeit die einzige Ursache des Zerfalls des Eiweisses, daher bei grösserer Leistung mehr davon verbraucht wird, wodurch die Stickstoffausscheidung zum Maass für die Muskelthätigkeit wird; endlich zerfällt dabei nur organisirtes Eiweiss, was ausschliesslich als Stoffwechsel bezeichnet wurde, und das Eiweiss der Nahrung dient, indem es als Organisirtes sich ablagert, nur zum Ersatz des Verlorenen.[1])

---

1) Chem. Briefe 1851, 3. Aufl. S. 435: „es ist klar, die plastischen Bestandtheile der Nahrung sind die Bedinger aller Krafterzeugung, aller Kraftäusserungen, aller Wirkungen, welche der thierische Organismus durch seine Sinne oder seine Glieder hervorbringt"

Thierchemie 2. Aufl. 1843, S. 141: „Die Harnsäure und der Harnstoff stammen von den umgesetzten Gebilden. Die Menge dieser Produkte steigt mit der

Keine einzige dieser mit Ueberzeugung vorgetragenen Lehren über die Ursachen der Thätigkeiten im Körper hat sich, soweit der Versuch am Thier bis jetzt entschieden hat, als richtig erwiesen.

Dass die zweite und dritte Annahme irrig waren, gesteht Liebig selbst zu, nur die erste ist noch nicht direkt widerlegt. Aber um dies Alles zu erkennen, dazu bedurfte es langer und mühsamer Versuche, und die früheren Anschauungen über die Ursachen der Eiweisszersetzung mussten von Grund aus andere werden.

1.

„Die ersten Thatsachen gegen die Ansicht, dass der Harnstoff ein Maass der Muskelarbeit sei, sind, so setzt Liebig auseinander, von Dr. Bischoff in seiner Arbeit über den Harnstoff als Maass des Stoffwechsels,[1]) sodann in der von Bischoff und Voit in München unternommenen, noch umfassenderen Untersuchung, die man als eine Fortsetzung der Giessener Versuche ansehen muss, ermittelt worden."

Diese geschichtliche Darstellung ist nicht genau. Das Resultat von Bischoff's Giessener Abhandlung war die entschiedenste Verdammung des Satzes, nach welchem ein Theil des Harnstoffs direkt aus der Nahrung stammen soll, denn dies würde, wie es darin heisst, der Lehre von dem Stoffwechsel, wie sie den umfassenden Arbeiten und dem Geiste Liebig's entsprossen ist, einen Todesstoss versetzen; der Harnstoff entsteht darnach vielmehr immer aus organisirten Gebilden im sogenannten Stoffwechsel, er ist ein Maass dieses Stoffwechsels, obwohl der dritte Theil des eingeführten Stickstoffs im

---

Schnelligkeit der Umsetzung in der gegebenen Zeit, sie steht in keiner Beziehung zu der in dem nämlichen Zeitraume genossenen Nahrung. Bei einem Hungernden, welcher sich einer starken und anhaltenden Bewegung hingeben muss, wird mehr Harnstoff secernirt, als bei dem wohlgenährtesten Menschen im Zustande der Ruhe."

Thierchemie 2. Aufl. 1843, S. 147: „Für den Process der Ernährung kann es keinen grössern Widerspruch geben, als wenn vorausgesetzt wird, dass der Stickstoff der Nahrungsmittel fähig wäre, in den Harn als Harnstoff überzugehen, ohne vorher zu einem Bestandtheil der Gebilde geworden zu sein."

Thierchemie 2. Aufl. 1843, S. 251: „Die Quantität der in einer gegebenen Zeit umgesetzten Gebilde ist messbar durch den Stickstoffgehalt des Harns."

1) Bischoff, der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels, Giessen 1853.

Harn nicht gefunden werden konnte. Als Bischoff nach München übergesiedelt war, erhielt ich, als sein Assistent, die Aufgabe, an einem Hunde mit einer Gallenblasenfistel die Umsetzungen bei verschiedener Nahrung nach dem früheren Modus zu prüfen; ich erkannte jedoch gleich, dass in demselben wesentliche Lücken sich befanden und suchte diese auszufüllen,[1]) wonach wir auf der von mir geschaffenen neuen Grundlage uns zu unserer gemeinschaftlichen Arbeit verbanden,[2]) in welcher an der Theorie Liebig's, dass der Stickstoff des Harns aus der Zersetzung der geformten Körpertheile hervorgeht, festgehalten und zur Erklärung der Abhängigkeit der Stickstoffausscheidung vom Stickstoffgehalte der Nahrung zuerst auf die für die Bewegung der grösseren Masse des Ernährungsmateriales nöthige innere Arbeit aufmerksam gemacht wurde. Ich habe mich erst durch meine späteren Untersuchungen,[3]) welche den gleichen Eiweissverbrauch bei möglichster Ruhe und angestrengtester Thätigkeit ergaben, von der Liebig'schen Idee, dass die Arbeit die einzige oder überhaupt eine Bedingung des Eiweissumsatzes sei, losgelöst und damit war es erst möglich, nach den wahren Ursachen dieser Zersetzung zu suchen, was ich in neueren Arbeiten auf's Eingehendste gethan habe, von denen aber Liebig kaum ein Wort erwähnt. Diese meine Entdeckung, dass bei der Arbeit die Eiweisszersetzung keine wesentlich andere ist als bei der Ruhe, war die erste Thatsache, welche mit der Liebig'schen Lehre nicht mehr zu vereinigen war und eine gründliche Reform der bis dahin geltenden Anschauungen über die Quelle der Muskelkraft anbahnte. Die Sache ist nicht so selbstverständlich, wie Liebig in einem Passus andeutet, wenigstens war damals über das unerwartete Ergebniss Jedermann so erstaunt, wie ich selbst.

Man könnte allerdings mit Liebig hintennach sagen, die einfache Thatsache der Zunahme der Harnstoffmenge unter dem Einflusse der Eiweissmenge der Nahrung ohne entsprechende äussere

1) Voit, physiol.-chem. Untersuchungen 1857.

2) Bischoff u. Voit, die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers, 1860.

3) Voit, Unters. über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffee's und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel, 1860.

körperliche Leistungen sei schon ein Beweis gegen die Ansicht, dass der Harnstoff ein Maass der Muskelarbeit sei. Aber in Giessen hat man aus dieser Thatsache, die nicht von Dr. Bischoff, sondern längst vor ihm von Lehmann, Frerichs und Bidder und Schmidt gefunden worden war, gerade den entgegengesetzten Schluss gezogen und den richtigen von den eben genannten Forschern vertheidigten mit allen Mitteln bekämpft.

„Die von Bischoff und Voit in München unternommene Untersuchung muss man als eine Fortsetzung der Giessener Versuche ansehen.“ Ich habe im Allgemeinen nichts gegen eine solche Auffassung, denn jede Untersuchung und auch die Giessener hat ihre Vorläufer; soll aber dadurch angedeutet sein, dass in der Giessener Arbeit eigentlich im Keim und der Idee nach Alles schon enthalten gewesen sei und durch mein Hinzutreten nur eine weitere Ausdehnung stattgefunden habe, so entspricht dies nicht dem wirklichen Sachverhalte. Ich habe eben vorher die Hauptschlussfolgerung jener Giessener Abhandlung angegeben, das Hauptversuchsresultat war der durch Versuchsfehler hervorgerufene Entgang von 33% des Stickstoffs der Nahrung. Wegen dieses Fehlers ist die ganze Giessener Untersuchung unbrauchbar geworden. Ich habe völlig selbständig dargethan, dass man, wie vor mir schon Bidder und Schmidt gefunden haben, bei richtiger Methode allen Stickstoff des zersetzten Eiweisses im Harn erhält und damit die Möglichkeit geschaffen, auf dieser Basis Untersuchungen über den Umsatz des Eiweisses, welche nach dem Ergebniss der Giessener Arbeit geradezu sinnlos gewesen wären, wieder aufzunehmen. Ich habe, wie Jedermann weiss, um dieser Grundlage willen Jahre lang im heftigsten Streit mich befunden und ein guter Theil meiner Zeit musste der Befestigung derselben durch unausgesetzte Versuche geopfert werden. Erst nachdem das richtige Prinzip gewonnen war, konnten Bischoff und ich an unsere gemeinschaftlichen Versuche gehen, über deren wichtigste Resultate Liebig referirt. Aber in diesem Referate zieht Liebig aus unseren Versuchen nach eigenem Ermessen Schlüsse, welche wir nicht gezogen haben und welche auch nicht daraus gezogen werden können.

Er meint z. B., da sich das Thier bei einem gewissen Verhält-

niss von Fleisch und Fett in der Nahrung auf seinem Gewicht erhalten und zugleich allen Stickstoff des Fleisches im Harn ausgeschieden habe, so müsste auch das zugeführte Fett völlig zersetzt worden sein; bei allmählicher Vermehrung der Fleischration sei nun ganz entsprechend mehr Stickstoff im Harn erschienen, aber das Körpergewicht sei dabei gestiegen, also sei, entgegen der damals herrschenden Ansicht, das Plus des Fleisches verbraucht und das Fett aufgestapelt worden. Abgesehen davon, dass ich keinen Versuch von uns kenne, bei welchem bei Fütterung mit Fleisch und Fett dauernd sowohl Stickstoff- als auch Gewichtsgleichgewicht bestand, so ist es nicht möglich, aus der Aenderung des Körpergewichtes irgend welche Schlüsse auf die Zersetzung der stickstofffreien Stoffe zu machen. Zu den bedeutendsten Resultaten unserer Arbeit gehört gerade die Erkenntniss, dass das Körpergewicht wegen des störend dazwischen tretenden Wassers hierüber gar keine Aufschlüsse giebt; alle späteren Beobachter haben dies bestätigt, nur Liebig ignorirt alles Thatsächliche und behält den alten Standpunkt bei. Bischoff und ich haben allerdings, jedoch mit den ausdrücklichen Verwahrungen, die wir in der Einleitung zu unserem Buche ausgesprochen haben, und nicht auf das Körpergewicht uns stützend, gemeint, bei Zersetzung von viel Fleisch werde das gleichzeitig verzehrte Fett erspart, Liebig aber erklärt dies für gewiss. In meinen späteren Publikationen habe ich mehrmals betont, dass unsere Versuche nur über den Eiweissverbrauch Sicheres aussagen, und über den Verbrauch der stickstofffreien Stoffe allein eine direkte Untersuchung entscheiden könne. Durch dieses Bedürfniss, welches Liebig früher wohl anerkannte, ist auch Pettenkofer auf die Idee der Herstellung des Respirationsapparates geführt worden, der ein unentbehrliches Hilfsmittel zur Erforschung der Ernährungsgesetze geworden ist. Während sich nun Andere auf dem einzig möglichen Wege abmühen, glaubt Liebig Anhaltspunkte zu haben, um ohne Respirationsapparat zu entscheiden, ob im Körper Fett zerstört worden ist oder nicht.

So lässt er auch Bischoff und mich beweisen, dass der Hund durch fettloses Fleisch auf seinem Körperzustande, d. h. auch auf seiner Fettmenge erhalten werden kann, weil das Körpergewicht

des Thieres gleich blieb, während dies doch erst durch den von Pettenkofer und mir mit dem Respirationsapparate ausgeführten Bilanzversuch geschehen konnte. Liebig überschätzt offenbar die Tragweite der früheren Versuche und bedenkt nicht, wie viele neue Thatsachen später hinzugekommen sind.

2.

Der zweite Theil der früheren Theorie Liebig's über die Quelle der Muskelkraft, in welchem die Muskelarbeit als die Ursache des Eiweisszerfalles hingestellt war, ist also durch meine Versuche widerlegt worden. Auch der dritte Theil derselben, dass im Organismus immer nur organisirtes Eiweiss in seine Componenten zerfalle, stellte sich nach meinen Versuchen ebenfalls als falsch heraus, was Liebig in seiner neuen Abhandlung zugiebt, wenn er auch sich meinen Ansichten hierüber nicht anschliesst, sondern jetzt die seiner früheren Gegner von der doppelten Harnstoffquelle adoptirt, welche er und Bischoff auf's Lebhafteste bestritten hatten; ich werde darauf später noch zurückkommen.

3.

Der von der früheren Theorie von Liebig noch übrige erste Theil lässt das sich zersetzende Eiweiss und nicht die stickstofflosen Stoffe die Kraft für die Muskelthätigkeit liefern. Viele Physiologen hingegen glauben jetzt allerdings aus einigen Versuchen schliessen zu müssen, dass auch dieser Theil unrichtig ist und die stickstofffreien Substanzen ebenfalls dazu beitragen. Da Liebig in seiner Einleitung auseinandersetzte, er bekümmere sich um das Schicksal seiner Theorien nicht viel und trete erst dann wieder für das, was er für wahr halte, ein, wenn der Irrthum den Sieg davon getragen und kaum ein Zweifel noch laut werde, dass er die Wahrheit sei, denn bis dahin, wo noch Hoffnung sei, dass ein Anderer die Ansicht vertrete, die man für richtig hält, könne man schon Zuschauer bleiben, so hätte er hier ganz gut zuwarten können, denn er weiss, dass Pettenkofer und ich zu jenen Physiologen nicht gehören und stets seine Anschauung, namentlich Fick und Wislicenus gegenüber, vertheidiget haben, welche Letzteren

bekanntlich den Harnstoff als ein Produkt der Abnützung des Muskels bei der Arbeit betrachten, die stickstofffreien Stoffe als die Kraft und Wärme erzeugenden, weil die bei Besteigung des Pilatus in ihrem Körper zersetzte Eiweissmenge nach ihren Berechnungen nicht hinreichte, das Gewicht des Körpers auf die Höhe des Berges zu erheben.

Liebig hält hierüber Fick und Wislicenus dreierlei entgegen:

a. Nachdem er, wie Pettenkofer und ich schon früher[1]), hervorgehoben, dass die Forscher, die sich mit der Frage über den Ursprung der Muskelkraft beschäftigten, die Lösung derselben sich zu leicht gedacht haben, und, wie wir ebenfalls[2]), erwähnt, dass nach der Theorie von Fick und Wislicenus die Muskelmaschine zu den unvollkommensten gehören würde, da in ihr ungemein viel Maschinentheile und zwar bei möglichster Ruhe ebensoviel wie bei angestrengtester Thätigkeit sich abnützen würden, giebt er erstens zu bedenken, ob die Maschine, die wir Organismus nennen, nicht möglicherweise eine viel vollkommenere Einrichtung als nach den Voraussetzungen von Fick und Wislicenus besitzen könne, vielleicht so vollkommen wie ein menschliches Werk, z. B. eine Uhr, die wir durch Aufziehen jeden Tag mit Kraft, ähnlich wie den Körper mit Speise, versehen und die so eingerichtet ist, dass sie ohne weitere Zufuhr von Kraft, in Folge von angesammelter Kraft, drei und mehr Tage Arbeit verrichten kann; was dann in einer gewissen Zeit in Kraft mehr ausgegeben als ersetzt worden ist, muss nach Verlauf derselben durch stärkere Zufuhr ausgeglichen werden, wenn der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt werden soll. Dies ist allerdings ein gewichtiger Einwand gegen Fick und Wislicenus, allein Liebig erwähnt nicht, dass Pettenkofer und ich[3]) schon vor 4 Jahren, nachdem wir am ruhenden und arbeitenden Menschen den gesammten Stoffumsatz controlirt und die wichtige Thatsache gefunden hatten, dass die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäurebildung bis zu einem gewissen Grade von ein-

1) Zeitschr. f. Biol. 1866, Bd. II S. 571.
2) Zeitschr. f. Biol. 1866, Bd. II S. 567.
3) Zeitschr. f. Biol. 1866, Bd. II S. 566—573.

ander unabhängige Prozesse sind, diesen Gedanken eingehend erörtert haben. Ich halte es für nöthig, unsere Sätze wörtlich anzuführen. Wir sagen a. a. O. S. 570: „im Gegensatz hiezu steht der gutgenährte Gesunde, welcher einen und zwei Tage lang ohne jede Nahrungszufuhr noch der grössten Muskelanstrengungen fähig sein kann. Es giebt überhaupt noch viele Thatsachen, welche, wie die eben angegebene, mit Bestimmtheit darauf hindeuten, dass unsere Muskelkraft mit irgend einer Vorrathskammer von Kraft, mit einer Art Reservoir oder einer Art gespannter Feder in Zusammenhang sein müsse. Auch die Nothwendigkeit und die Wirkung der Arbeitspausen, der Ruhe, deutet darauf hin, als zehre die Muskelthätigkeit theilweise von schon vorbereiteten und aufgespeicherten Spannkräften, die nach unseren Anschauungen alle der Zersetzung des Eiweisses entstammen.“ A. a. O. S. 571 heisst es: „eine Rechnung, wie sie Fick und Wislicenus aufgestellt, könnte erst dann Beachtung erlangen, wenn erwiesen wäre, dass bei der Muskelthätigkeit die Verwendung eines gesammelten Vorrathes nicht in Betracht kommen könnte, dass der Mensch wirklich jeden Tag an Kraft ausgiebt, was er erzeugt hat. Der Vorgang der Aeusserung der Muskelkraft ist ein viel zu complicirter, als dass man so ohne weiteres die Quelle der Kraft in die Oxydation von Fett oder Zucker verlegen könnte, blos aus dem Grunde, weil bei der Muskelcontraktion mehr Kohlensäure erscheint; wer dies behaupten will, muss auch den Nachweis liefern, dass von der Wärmemenge, welche bei der Verbrennung von Fett während der Arbeit geliefert worden, der als lebendige Kraft für die Arbeit benützte Theil in der nach Aussen abgegebenen Wärme fehlt.“ Endlich a. a. O. S. 572: „wir denken uns, dass durch die Sauerstoffaufnahme in die Organe und durch das sich gleichmässig zersetzende Eiweiss eine Spannkraft angesammelt wird, die auch bei der Ruhe allmählich verbraucht wird, und die wir nach Willkühr in mechanische Arbeit verwandeln können.“ Wenn man eine angeheizte Dampfmaschine, aus deren Heizraum man alles Brennmaterial entfernt hat, noch einige Stunden im Gang bleiben sieht, so könnte man analog Fick und Wislicenus schliessen, dass die Kohle nichts mit der Leistung der Maschine zu thun hat.

Durch die Versuche von Pettenkofer und mir ist festgestellt worden, dass der Sauerstoff nur durch Vermittlung der eiweissartigen Substanzen in uns gelangt; das Maximum der Aufnahme desselben richtet sich nach der Menge der letzteren und es können dem entsprechend verschiedene Quantitäten von Sauerstoff im Körper aufgespeichert werden. Also selbst wenn die Verbrennung von Fett oder Zucker als die nächste Quelle der Muskelkraft erwiesen wäre, so wären die Eiweisskörper am Vorgange immerhin noch mit ihrer beträchtlichen Arbeit der Sauerstoffcondensation wesentlich betheiligt, da ohne diese Rolle derselben keine Verbrennung von Fett und also auch keine Entstehung von Kraft denkbar ist; die Quantität der Eiweissstoffe bestimmt daher auch in diesem Falle die Grösse der Arbeit. Dies ist eine der wichtigsten neueren Erfahrungen für die Quelle der Muskelkraft, welche nur mit Hilfe eines Respirationsapparates gewonnen werden konnte.

Nach unseren Ansichten arbeiten wir mit Hülfe einer angesammelten Spannkraft, welche durch die fortwährende Eiweisszersetzung immer wieder ersetzt wird, so dass für das Zustandekommen der Arbeit, die ja in nichts weiter besteht, als in einer zeitweisen Verwendung der im Muskel stetig entwickelten lebendigen Kraft für äussere Effekte, kein grösserer Verbrauch von Eiweiss nöthig ist. Die von uns mit aller Sicherheit in dem arbeitenden Organismus erwiesene vermehrte Zersetzung von Fett oder stickstofffreiem Material betrachten wir als eine sekundäre aber nichtsdestoweniger nothwendige Erscheinung, bestimmt, den Körper auf seiner Wärmehöhe zu erhalten, ohne welche die Prozesse im Muskel, die Lageveränderungen der kleinsten Theilchen etc., nicht möglich sind. Nach unseren vorläufigen Berechnungen deckt das bei der Arbeit mehr zersetzte Fett eben die mehr abgegebene Wärme; wir haben daher a. a. O. S. 573 gesagt: „ist die Wärmeabgabe nach Aussen beim Arbeitsversuche um das höher als beim Ruheversuche, um was die Menge des zerstörten Fettes grösser ist, dann fängt die Traube-Fick'sche Hypothese an, sehr unwahrscheinlich zu werden; wenn aber bei Hunger und Arbeit die Wärme und die mechanische Leistung durch die unterdessen verbrannte Eiweiss- und Fettmenge nicht gedeckt werden, dann ist ausser Zweifel ge-

stellt, dass der Körper von einer aufgespeicherten Kraft gearbeitet hat, die dann von nichts anderem herrühren kann, als von Eiweiss, wenn man die oben angegebenen allgemeinen Erfahrungen über den Werth des Eiweisses gehörig beachtet. Wir sind eben damit beschäftigt, den Respirationsapparat für Verrichtung messbarer Arbeit und für Calorimetrie einzurichten und hoffen, dass es uns gelingen wird, die immerhin nicht ganz leichte Aufgabe zu lösen."

Ein aus dem Körper ausgeschnittener Muskel kann mit dem Spannkraftvorrathe, der von der vorausgehenden Zersetzung des Eiweisses herrührt, noch eine Zeit lang nach Aussen Arbeit verrichten. Die normalen Bedingungen des Eiweisszerfalles sind, wie die der Sauerstoffaufnahme nach L. Hermann, mit der Loslösung vom Blutkreislauf nicht mehr vorhanden, weshalb am ausgeschnittenen Muskel keine Zerstörung von Eiweiss mehr nachzuweisen ist; man kann dagegen, wie im ganzen arbeitenden Körper, eine grössere Kohlensäureausscheidung, und eine vermehrte Säurebildung, vielleicht aus der Zersetzung eines Vorrathes stickstofffreier Stoffe stammend und die für das Zustandekommen der Prozesse im Muskel nöthige Wärme liefernd, constatiren, welche Zersetzungen vielleicht mit der Lieferung von Kraft für die Muskelarbeit gar nichts zu thun haben. Es führt in diesem Falle zu keinen Resultaten, wenn man, ohne irgendwie die Möglichkeit eines Spannkraftvorrathes zu berücksichtigen, über den Zusammenhang der Menge der Zersetzungsprodukte eines ausgeschnittenen Muskels und der unterdess verrichteten Arbeit, oder über den Zusammenhang der Wärmehöhe eines Muskels und seiner Leistung Versuche anstellt.

Ich[1]) habe schon vor längerer Zeit und zuerst hervorgehoben, dass, wenn einmal bei der Stoffzersetzung Wärmebewegung entstanden ist, diese im Körper nicht mehr in mechanische Arbeit übersetzt werden kann. Ich sagte daselbst S. 202: „ist daher einmal Wärme durch Eiweisszersetzung entstanden, so kann von dieser ebensowenig wie von der bei der Fettoxydation gebildeten für eine andere Kraftwirkung abgezogen werden. Es sind daher offenbar

1) Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffees und der Muskelbewegung auf den Stoffwechsel, 1860.

im Körper die Bedingungen für die weitere Uebertragung der Wärme nicht gegeben. Nach dem Prinzip der Erhaltung der Kraft steht wohl fest, dass Wärme in elektrische Ströme und mechanische Bewegung verwandelt werden kann, und dann die Electricität und mechanische Leistung der Wärme entsprechend sein muss; es fehlen aber häufig die Bedingungen für diese Umwandlungen. Es hätte jedenfalls ungemein complicirter Zwischenapparate bedurft, um aus Wärme eine Muskelcontraktion zu machen. Ohne vorhergehende Umsetzung in andere Kräfte könnte die Wärme nur durch Volumänderung, die wenigstens bei der Mukelcontraktion und der Thätigkeit der Nerven nicht stattfindet, einen mechanischen Effekt hervorbringen, bei einer Umsetzung höchstens durch Entstehen von elektrischen Strömen.“ Das Nämliche sprachen Pettenkofer und ich[1]) nochmals aus, uns auf die von Clausius aufgestellten Grundsätze der mechanischen Wärmetheorie berufend. Wir sind erfreut, in Fick[2]) einen Anhänger für unsere Anschauung anführen zu können, der nach genauer Darlegung der Verhältnisse ebenfalls schliesst, dass die Arbeit im Muskel nicht aus Wärme entstehen kann, dass vielmehr die chemischen Spannkräfte durch Vermittlung anderer, vielleicht elektrischer, Prozesse in Arbeit umgesetzt werden. So käme vielleicht sogar nach und nach meine elektrische Hypothese, welche einstmals von gewissen Physiologen so sehr verworfen worden ist, zu Ehren.

b) Der erste Einwand Liebig's gegen die Lehre von Fick und Wislicenus ist also auch von uns gemacht worden; der zweite bezieht sich auf die Möglichkeit, die Spannkraft einer chemischen Verbindung durch die Messung der Verbrennungswärme zu finden. Wenn nämlich das Eiweiss bei seinem Zerfall im Körper zu Kohlensäure, Wasser und Harnstoff sehr viel Wärme geben würde, was ich[3]) nicht für unmöglich gehalten habe, so fiele die Schlussfolgerung von Fick und Wislicenus zusammen. Frankland[4]) hat nun durch Verpuffung mit chlorsaurem Kali und etwas

1) Zeitschr. f. Biol. 1866, Bd. II S. 568.
2) Fick, Unters. über Muskelarbeit 1867, S. 43.
3) Unters. über d. Einfluss etc. 1860, S. 203.
4) Frankland, Royal Institution of Great Britain 1866, June 8.

Mangansuperoxyd im Calorimeter die Verbrennungswärme des Eiweisses (und vieler anderer Nahrungsstoffe) bestimmt, und findet dafür nach Abzug der latenten Wärme des Harnstoffs keine sehr hohe Zahl. Liebig bestreitet die Möglichkeit, auf diese Weise den Werth der Nahrungsstoffe als Krafterzeuger zu erfahren. Er meint nämlich, die Menge der frei gewordenen Wärme hänge von der Art der Zersetzung einer Substanz ab; z. B. sei die erhaltene Wärme bei der Ueberführung des Zuckers in die gleichen Endprodukte, Kohlensäure und Wasser, und bei gleichem Sauerstoffverbrauch, verschieden, je nachdem man denselben in hohen Temperaturen mit Sauerstoff verbinde, d. h. verbrenne, oder indirekt durch Ersatz seines Wasserstoffs durch Sauerstoff in niederen Wärmegraden zerlege; in ersterem Falle werde ein Theil der Wärme zur Ueberwindung von Widerständen (als Verbrennungsarbeit) verbraucht und desshalb fiele die erhaltene Wärme kleiner aus. Er berechnet nun auch aus der bekannten Verbrennungswärme des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, in dem einen Falle bei der Oxydation des Kohlenstoffs des Zuckers zu Kohlensäure und Austreten des Wassers weniger Wärme als im anderen Falle, wenn er den Wasserstoff sich mit dem eintretenden Sauerstoff zu Wasser und dann das restirende Kohlenoxyd zu Kohlensäure sich verbinden lässt. Er meint, in vielen Fällen werden bei der Zersetzung, namentlich stickstoffhaltiger Verbindungen „mechanische oder Bewegungseffekte, durch eine innere oder moleküläre Bewegung“ hervorgebracht und es wäre dann so gut wie unmöglich, die geleistete Arbeit direkt in Wärmewerthen zu bestimmen. Da es sich bei dem Zerfall des Albumins in Kohlensäure, Wasser und Harnstoff nicht um eine Verbrennung, sondern um Spaltungen handle, an denen der Sauerstoff einen bedingenden Antheil habe, ohne die Ursache derselben zu sein[1]) so könne man annehmen, dass wenn

1) Wir haben ebenfalls die Ansicht ausgesprochen, dass der Sauerstoff nicht die nächste Ursache des Zerfalls des Eiweisses im Körper ist, sondern dass es sich hier um Spaltungen handelt, an denen der Sauerstoff sich allmählich betheiligt, als wir fanden, dass bei der Zersetzung von Eiweiss aller Stickstoff sich abtrennen kann, der Kohlenstoff aber mit wenig Sauerstoff theilweise im Körper zurückbleibt (Zeitschr. f. Biol. 1869, Bd. V S. 167). Es ist mir aber zweifelhaft, ob der Prozess bei der Verbrennung organischer Stoffe, z. B. der Cellulose

die Produkte des Albumins Kraftquellen sind, die Bewegung, die sie hervorbringen, nicht auf ihrer Verbrennung und dem Umsatz der Wärme in Bewegung, sondern auf der bei ihrem Zerfallen frei werdenden Spannkraft beruhe.

Diese Ideen Liebig's beruhen auf Missverständnissen. Wenn wir mit dem Calorimeter die sogenannte latente Wärme bestimmen, so erfahren wir, wenn anders die Apparate in Ordnung sind, die Differenz der Spannkraft des ursprünglichen Stoffes und der Spaltungsprodukte; sind demnach die Anfangsglieder und die Endprodukte in chemischer und physikalischer Beziehung die gleichen, so müssen wir die gleiche Wärmemenge erhalten, mag der Uebergang alsbald erfolgt sein oder tausende von Zwischenstufen durchlaufen worden sein, mag er durch eine sogenannte Verbrennung oder eine Spaltung unter allmählicher Bildung sauerstoffreicherer Produkte geschehen sein. Wir suchen ja die Calorimeter so herzustellen, dass die ganze Spannkraftsdifferenz in Wärmebewegung verwandelt wird und wenn ein Theil der Spannkraft zuerst in eine andere Form der Bewegung, z. B. in mechanische Bewegung, elektrische Bewegung etc. etc. übergehen sollte, so suchen wir sie auch als Wärme zu gewinnen oder wir suchen diese Bewegung zu messen und in Wärme umzurechnen; ist dies nicht geschehen oder nicht möglich, so ist eben der Apparat und die Methode unbrauchbar. Sollte bei dem Uebergang in allerlei Verbindungen auch zur Ueberwindung von Widerständen (in Verbrennungsarbeit) Wärme nöthig gewesen sein, so wird diese, weil sie in den Zwischenprodukten als Spannkraft rückständig bleibt, immer wieder gewonnen, sobald schliesslich die gleichen Endprodukte vorhanden sind. Es ist bekanntlich nicht möglich, aus den Elementen einer Verbindung die latente Wärme derselben zu berechnen; Liebig erhält daher in dem oben angegebenen Beispiel für den Zucker ungleiche Werthe, denn er geht von ungleichen Anfangsgliedern aus, indem er nicht eine chemische Verbindung, sondern einmal eine einfache Anlagerung von Kohlenstoff neben Wasser, das andere mal eine solche von Wasserstoff neben Kohlenoxyd voraussetzt. Ich behaupte also, dass man sehr wohl aus der

wesentlich ein anderer ist, und ob nicht auch hier durch die Anzündungstemperatur Spaltungsprodukte entstehen, die nach und nach mit Sauerstoff sich verbinden.

Verbrennungswärme eines Stoffes seine Spannkraft erfahren kann; wenn der Alcohol nach den Bestimmungen von Dulong, Despretz und Favre mehr Wärme liefert, als der Zucker nach der Bestimmung von Frankland, so schliesse ich nicht, dass im letzteren Falle die Verbrennungsarbeit Wärme in Beschlag genommen hat; ich bedenke vielmehr, wie leicht der Alcohol in Wasser und Kohlensäure sich verwandelt und wie schwer dies mit dem Zucker geht, so dass die Differenz von 12% zwischen Rechnung und Versuch mir hier keine auffallend grosse zu sein scheint.

Man kann auch, was Liebig leugnet, aus der Verbrennungswärme einer Hefezelle entnehmen, wieviel sie mit dem in ihr vorhandenen Material Arbeit zu leisten vermag, wie viel Zucker sie z. B. in Kohlensäure und Alcohol zu spalten vermag, wenn wir den Widerstand, welchen der Zucker der Zerlegung entgegensetzt, kennen würden. Um zu zeigen, dass die Hefe eine viel grössere Arbeitskraft besitzt, als sie durch Verbrennung entwickeln würde, theilt er mit, dass 1 Grm. Hefe einer mechanischen Wirkung von 148960 Grm. Meter fähig ist. Diese Angabe ist desshalb illusorisch, weil er auf eine so grosse Zahl kommt, indem er vom Zucker absieht und die Wärme- und Kraftentwicklung beim Uebergang der 60fachen Menge Zucker in Kohlensäure und Alcohol auf die Hefe bezieht. Eine solche Arbeit verrichtet jedoch die Hefe nicht, sondern der sich spaltende Zucker; die Hefe ist nur das Auslösungsmittel der Spannkraft des Zuckers, d. h. sie überwindet den geringen Widerstand, der dem Zerfall des Zuckers entgegensteht.

Niemand würde die Bewegung beim Zerbrechen eines kleinen Krystallflitters Knallsilber mit der Spitze eines Federmessers mit der gewaltigen mechanischen Wirkung der darauf folgenden Explosion vergleichen, indem er vom Knallsilber absieht, und die Wärme- und Kraftentwicklung auf den gelinden Druck mit dem Federmesser allein bezieht; oder in einem Zündhölzchen eine ungeheure Kraft annehmen, welche aus der Verbrennungswärme desselben nicht zu erklären ist, da das damit entzündete Pulver so mächtige Effekte hervorbringt.

Frankland kennt nicht genau die Endprodukte bei der Verpuffung mit chlorsaurem Kali; höchst wahrscheinlich sind die zu-

sammengesetzten Verbindungen, namentlich die schwer zersetzbaren stickstoffhaltigen und eiweissartigen, nicht bis zu den letzten einfachsten Verbindungen zerlegt worden, sondern höhere Endprodukte, z. B. Cyanverbindungen, zurückgeblieben. Dies ist der hauptsächlichste Einwand, welchen ich den Bestimmungen von Frankland mache.

Wenn man sich die Vorgänge bei dem Zerfall zusammengesetzter Stoffe in einfachere und das Prinzip des Calorimeters klar gemacht hat, so kann man nicht im Zweifel über die Unrichtigkeit der Auseinandersetzungen Liebig's sein.

c. Das dritte Bedenken Liebig's gegen die Hypothese von Fick und Wislicenus ist endlich, dass der Stickstoff oder Harnstoff des Harns nicht den am betreffenden Tage stattgefundenen Umsatz stickstoffhaltiger Verbindungen repräsentirt, da zuerst andere Produkte entstehen, welche erst nach und nach, während einer Reihe von Tagen, in Harnstoff umgewandelt werden. Darnach kann also der Einfluss der Arbeit oder anderer Bedingungen auf die Eiweisszersetzung nicht durch die an diesem Tage secernirte Stickstoff- oder Harnstoffmenge entnommen werden, wodurch ein nicht unwichtiger Theil meiner aus den Versuchsergebnissen gezogenen Schlussfolgerungen hinfällig wäre.

Den Hauptbeweis für diese Annahme schöpft Liebig aus den „bewunderngswürdigen“ Beobachtungen von Parkes[1]) und er betrachtet dieselben als die Grundlage des wahren Gesetzes, nach welchem wir den Muskelumsatz im thierischen Körper zu beurtheilen haben. Ich kann dagegen aus diesen Versuchen nur das schliessen, was ich aus meinen, ungleich sorgfältiger angestellten geschlossen habe, nämlich dass die Stickstoffausscheidung auch bei der angestrengtesten Muskelthätigkeit nicht wesentlich geändert wird.

Meine Arbeiten haben die Grundlage für die Methode der Untersuchung der Eiweisszersetzung im Thierkörper gelegt; ich habe eingehend die Prinzipien entwickelt, bei deren ängstlichster Befolgung allein sichere Resultate erhalten werden können, und deren Nichtbeachtung Andere zu Fehlern von 30 und 60% geführt haben.

1) Parkes, Proc. of the Roy. Soc. Nr. 94, 1867 p. 44.

Diese Angaben scheinen Parkes unbekannt geblieben zu sein, sowie man auch in England E. Smith die Entdeckung von dem Gleichbleiben der Stickstoffausscheidung bei Ruhe und Arbeit zuschreibt.

Für denjenigen, welcher noch nicht Gelegenheit hatte, controlirende Versuche zu machen, ist es kaum möglich sich ein Urtheil über den Werth von Arbeiten der Art zu bilden, er weiss z. B. nicht, was es heisst, den Stickstoffgehalt einer gekochten Nahrung und damit die Stickstoffausscheidung beim Menschen gleich zu halten. Auch die Auslegung der Versuche von Parkes durch Liebig zeigt, dass er die Schwierigkeiten und möglichen Fehler solcher Untersuchungen nicht würdigt. Die beiden von Parkes verwendeten Soldaten erhielten jeden Tag die gleiche Kost, bis auf die Kartoffeln, deren Menge zwischen 336 und 364 Grm. schwankte, und das Wasser, dessen Quantität 85—255 Grm. betrug. Die Hauptmasse der Nahrung bestand aus Fleisch, Brod und Kartoffeln. Das Brod wurde mit der Rinde verzehrt, und in der Rinde und Krume war je ein Mal eine Stickstoffbestimmung gemacht worden; es ist aber nicht angegeben, wie man es anfängt, um das Verhältniss von Rinde und Krume am verzehrten Brode zu erfahren. Vom Fleische ist nicht mitgetheilt, ob der Stickstoff in der frischen oder gekochten Substanz eruirt wurde; der Stickstoffgehalt aller übrigen Stoffe ist nur nach den Analysen Anderer berechnet. Ich möchte wissen, wer ohne Wasserbestimmungen aussagen kann, wieviel Stickstoff in gekochten Kartoffeln oder gekochtem Kohl enthalten ist; bei Parkes ist die Stickstoffmenge in 340 gekochten Kartoffeln und 86 gekochtem Kohl für alle Tage gleich, ebenso für eine bestimmte Menge Thee- oder Kaffeeabsud.

Für die aus einfachen Nahrungsstoffen oder Nahrungsmitteln zusammengesetzte Nahrung meiner Versuchsthiere ist ein Gleichhalten des Stickstoffs derselben in engen Grenzen möglich, bei der gekochten complicirten Nahrung eines Menschen geht es sehr schwer, und das Geschäft der Herrichtung des Essens für einen Menschen ist so zeitraubend, dass eine Person den ganzen Tag beständig damit beschäftiget ist. Pettenkofer und ich haben beim Menschen bei gleicher Nahrung, die auf's Sorgfältigste zubereitet und ungleich einfacher war als die der Soldaten von Parkes, da der Kaffee, der

Thee, das Kartoffelgemüse, der Kohl und das Brod mit der Rinde wegfielen, in 5 Beobachtungstagen Schwankungen des Stickstoffs des Harns und Koths von 18.98 — 19.98 Grm., also von 1 Grm. = 5 % gehabt. J. Ranke, der zuerst am Menschen genauere Versuche der Art machte und damals noch nicht so geübt war, erhielt in den 3 letzten Tagen seiner Reihe I eine Differenz von 19.34—20.19 = 0.85 Grm. (4 %) Stickstoff; in Reihe III in 8 Tagen eine solche von 19.60 — 21.20 = 1.60 Grm. (7 %); in Reihe IV in 6 Tagen eine von 15.67—17.88 = 2.21 Gmm. (14 %).

Ich halte es auch bei der genauesten Bereitung eines zusammengesetzten Essens für unmöglich, die Stickstoffausscheidung in einer Reihe von Tagen für 24 Stunden genauer als 1 Grm. zu halten. Wenn Ranke bei einer ähnlichen Kost, wie sie Parkes seinen Soldaten reichte, bei sorgfältiger Herstellung und Analyse aller Stoffe eine Differenz von 1.6—2.2 Grm. Stickstoff bekömmt, so wird man daher bei Parkes, der keine Ahnung davon hat, wie man sich hier in Acht zu nehmen hat, von vornherein erwarten dürfen, dass mindestens 2 Grm. Stickstoff in die Fehlergrenzen fallen. Parkes hat nun bei den 2 Männern folgende Stickstoffmengen im Harn erhalten:

	I		II	
	Harnmenge	N	Harnmenge	N
a. gewöhnliche Beschäftigung	1. 1460	17.886	1130	20.417
	2. 1210	16.810	810	17.518
	3. 1210	19.212	810	17.090
	4. 1205	17.520	870	18.983
	Mittel: 1271	17.857	905	18.502
b. Ruhe	5. 1250	20.104	1400	20.120
	6. 1144	18.170 (9.855 / 8.315)	1320	18.822 (11.278 / 7.544)
	Mittel: 1197	19.137	1360	19.471
c. gewöhnliche Beschäftigung	7. 920	15.920	750	16.682
	8. 960	17.608	800	18.615
	9. 1180	19.382	920	20.582
	10. 960	17.540	910	18.061
	Mittel: 1005	17.621	845	18.485
d. Arbeit 24 Meilen	11. 1000	18.478	1110	18.990
d. Arbeit 35 Meilen	12 1080	20.814 (7.357 / 13.457)	1105	20.928 (10.053 / 10.875)
	Mittel: 1040	19.646	1107	19.959
e. gewöhnliche Beschäftigung	13. 900	21.250	1000	20.250
	14. 1000	19.942	1100	19.273
	15. 1430	23.488	1250	19.248
	16. 1730	19.536	1610	21.597
	Mittel: 1265	21.054	1240	20.092

Von vorn herein ist die ungeheure und bei gleichem Wassergenuss geradezu unbegreifliche Verschiedenheit in der Menge des Harns sehr auffallend. Bei dem Mann I beträgt die Schwankung 900-1730 c. c., bei dem Mann II 750—1610 c. c.; bei unserem Arbeiter waren dagegen bei gleicher Nahrung an 5 Beobachtungstagen, welche zeitlich um 5 Monate auseinander fallen, bei Ruhe und Arbeit die grössten Differenzen der Harnmenge 1119—1367 c. c. Da man nun weiss, wie sehr die Harnstoffquantitäten abhängig sind von der Harnmenge, so wird man einen guten Theil der Differenzen nicht auf die Art der Beschäftigung, sondern auf das letztere Moment beziehen müssen; namentlich an den letzten Tagen der Reihe e, wo mehr Harnstoff bei gewöhnlicher Beschäftigung erscheint als in den entsprechenden Reihen a und c, war auch die Harnmenge sehr bedeutend. Ich mache auch auf die abgerundeten Harnzahlen aufmerksam; es ist jedenfalls sonderbar und „bewunderungswürdig", wenn am 13. und 14. Tage der Mann I gerade 900 und 1000, der Mann II 1000 und 1100 Harn lässt.

Ich habe stets und so viel es in meinen Kräften stand, davor gewarnt, in diesem Gebiete Versuchen zu vertrauen, die nicht mit der äussersten Sorgfalt und Berücksichtigung aller mitwirkenden Umstände gemacht worden sind; ich habe mir dadurch zu meinem lebhaften Bedauern manche Feinde gemacht, aber, wie ich sehe, immer noch nicht erreicht, dass Jeder ein klares und richtiges Urtheil darüber sich erworben hat.

Aus seinen Zahlen zieht nun Parkes den Schluss, dass bei gleichem Gehalte der Nahrung an Eiweiss während der Ruhe die Zersetzung desselben grösser ist, dass dagegen während der Arbeit davon am Muskel angesetzt wird; Liebig folgert gerade das Umgekehrte daraus, denn nach ihm beweisen sie eine grössere Zersetzung von Eiweiss bei der Muskelanstrengung, dessen Produkte aber nicht gleich am Arbeitstage, sondern erst später in der Ruhe als Harnstoff[1]) austreten.

---

1) Liebig legte seinen Schlüssen die von Parkes gefundenen Werthe der Harnstoffbestimmung mittelst salpetersaurem Quecksilberoxyd zu Grunde, während er die Resultate der Gesammtstickstoffbestimmung nehmen muss, da Liebig's Methode, wie ich schon längst gezeigt habe, nicht den Harnstoff- sondern bei

Ich kann mich weder der einen noch der anderen dieser Auslegungen anschliessen. Die Differenzen betragen allerdings bei Nr. I 7.6 Grm. Stickstoff, bei Nr. II 4.9 Grm.; da aber nach Ranke eine Schwankung um 2 Grm. Stickstoff in den Fehlergrenzen einer ziemlich genauen Arbeit liegt, und wir nach obigen

---

manchen Harnen annähernd den Stickstoffgehalt angibt (phys.-chem. Untersuchungen 1857 S. 11; Zeitschr. f. Biologie 1865, Bd. I S. 120). Ausser dem Harnstoff finden sich im Harn nämlich noch andere stickstoffhaltige Stoffe, welche grösstentheils Verbindungen mit dem salpetersauren Quecksilberoxyd eingehen; da nun deren Stickstoffäquivalent sich ähnlich verhält wie das des Harnstoffs, so erhält man dadurch nahezu die Stickstoffmenge des Harns. Ich habe in dieser Hinsicht häufig auf die Gegenwart des mit dem Quecksilber sich verbindenden Kreatinins, des Kreatins, der Harnsäure, der Kynurensäure, eines leicht zersetzlichen stickstoff- und schwefelhaltigen Körpers und anderer Extraktivstoffe aufmerksam gemacht. Für den Hundeharn ist in den meisten Fällen das Liebig'sche Titrirverfahren ein Mittel, den Stickstoff auf 0.12 % zu finden; für den Menschen gab ich früher für 3 Fälle ein Plus von 0.02—0.07 % an, für 2 Fälle fand sich mit dem direkten Verfahren ein Minus von 0.02—0.03 % (Zeitschr. f. Biol. 1865 Bd. I S. 130); Ranke hatte eine Differenz von + 0.001 % ermittelt. In einer Abhandlung, in welcher S. Schenk (Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. 59, 1869, 2. Abthlg.) den Werth der quantitativen Bestimmung des Harnstoffs nach Liebig bespricht, sagt er, ich sei durch meine Versuche am Menschenharn zu der Ansicht gelangt, dass die Schwankungen zwischen den Zahlen beider Methoden so gering sind, dass man ohne Weiteres eine Stickstoffbestimmung durch Verbrennung umgehen dürfe, er könne sich mir aber hierin nicht anschliessen. Schenk fand als Maximaldifferenz 0.21 %, was im Tage etwa 2 Grm. Stickstoff ausmachen könnte. Ich will nicht leugnen, dass manche Harnproben eine solche prozentige Differenz geben können, aber ich halte es für unwahrscheinlich, dass dies für die gesammte tägliche Harnmenge, welche Schenk nicht bestimmt hat, bis zu 2 Grm. Stickstoff betragen kann, wenigstens erhielt ich bei meinen vielen neueren Bestimmungen (Zeitschr. für Biol. 1866, Bd. II S. 469), wo ich die Harnmenge für den Tag kannte, als höchste Abweichung 0.6 Grm. Stickstoff. Aber auch zugegeben, dass die Differenz manchmal so gross ist, so würde dies unseren Versuchen am Menschen keinen Eintrag thun, da dabei der Stickstoff direkt bestimmt worden ist. Ich stimme jedoch mit Schenk ganz überein, dass die Liebig'sche Methode keine genauen Werthe für den Stickstoff des Menschenharns giebt, darum habe ich ja auch die direkte Stickstoffbestimmung gemacht; wenn Schenk sagt, die Liebig'sche Methode sei auch nicht brauchbar, um den Harnstoff zu bestimmen, wir wüssten aber vorläufig die Substanzen nicht, welche den Fehler verursachen, so bemerke ich, dass ich ersteres schon längst ausgesprochen, aber zugleich auch einige der störenden Substanzen namhaft gemacht habe (z. B. Zeitschr. f. Biol. 1865 Bd. I (S. 124—127). In neuerer Zeit schliesst Thudichum aus der Verbindung, welche die im Harn in geringer Menge vorkommende von ihm sogenannte

Angaben annehmen müssen, dass Parkes grössere Fehler gemacht hat, so werden für den Mann II die Werthe, auf die sich ein Schluss gründen lässt, sehr klein; wenn der Mann Nr. I bei der nämlichen Kost eine ansehnlich grössere Schwankung zeigt, so ist dies nur ein weiterer Beweis für die Unsicherheit der Zahlen von Parkes.

Die Schwankungen in der Stickstoffausscheidung von einem Tag zum andern sind bei gleicher Art der Beschäftigung sehr gross, z. B.

Tag	I	Tag	II
2—3	2.4	1—2	2.9
9—10	1.8	9—10	2.5
15—16	3.9	15—16	2.3

Es kommen also bei Parkes bei gleichem Verhalten des Körpers Schwankungen bis zu 3.9 Gmm. im Stickstoff vor, die daher innerhalb der Versuchsfehler liegen.

Es könnten aber dennoch die genannten Schlussfolgerungen wahrscheinlich werden, wenn die niedersten und höchsten Zahlen stets auf gewisse Tage fallen. Ich gebe nicht viel darauf, wenn bei beiden Männern im Allgemeinen die Werthe in gleichem Sinne gehen, da die Differenzen vorzüglich durch den verschiedenen Stickstoffgehalt der Speisen verursacht sind und letztere für beide täglich immer die nämlichen waren.

Betrachten wir zuerst die Zahlen von Parkes ohne irgend eine Hypothese. Die Mittelzahl der 16 Beobachtungstage ist für Nr. I 19.0, für Nr. II 19.2 Gmm. Stickstoff. Beim Uebergang von der gewöhnlichen Beschäftigung zur möglichsten Ruhe steigt die Stickstoffmenge am ersten Ruhetage etwas (auf 20.1 Gmm.) gegenüber dem 4. Tage mit gewöhnlicher Beschäftigung, aber es ist zu

---

Kryptophansäure mit salpetersaurem Quecksilberoxyd giebt, dass die Liebig'sche Harnstoffbestimmung einer Correktur bedürfe, er kennt offenbar meine und Schenk's Arbeiten nicht. In meinem Laboratorium wird seit langer Zeit nur mehr die direkte Stickstoffbestimmung nach meinem von Schneider und Seegen so trefflich modificirten Verfahren gemacht, das im höchsten Grade einfach ist.

bedenken, dass auch bei gewöhnlicher Beschäftigung bei Nr. I die Zahl 19.2, bei Nr. II die Zahl 20.4 vorkömmt. Bei gewöhnlicher Beschäftigung nach der Ruhe fällt die Stickstoffausscheidung am ersten Tage; im Uebrigen kommen jedoch bei der gewöhnlichen Beschäftigung in Reihe c bei Nr. I 19.4, bei Nr. II 20.6 Grm. Stickstoff vor, also die nämlichen Zahlen wie am ersten Ruhetage. Bei der Arbeit scheint die Ausscheidungsgrösse am zweiten Tage etwas zuzunehmen, sie steigt auf 20.8 und 20.9 Gmm. Stickstoff, welche Zahlen aber auch bei gewöhnlicher Beschäftigung und am ersten Ruhetage aufgetreten sind. Beim Uebergang von der Arbeit zur gewöhnlichen Beschäftigung finden sich ziemlich hohe Werthe, die aber auch in Reihe a und c ohne vorhergehende Arbeit vorkommen und in noch viel höherem Maasse in Reihe e am 3. Tage bei Nr. I und am 4. bei Nr. II. Es bleiben daher nur die niedrigen Zahlen (15.9 und 16.7) am 7. Tage, dem ersten nach der Ruhe, übrig, obwohl auch mitten in der Reihe a bei gewöhnlicher Beschäftigung davon sehr wenig verschiedene gefunden worden sind, nämlich bei Nr. I, Tag 2, 16.8 und bei Nr. II, Tag 3, 17.0 Gmm. Stickstoff.

Prüfen wir jetzt die Hypothese Liebig's, welche die stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte nicht an demselben Tage im Harn austreten lässt, an dem der erste Zerfall des Eiweisses vor sich gegangen ist. Darnach kann sich der Einfluss der Arbeit erst später geltend machen, den nun auch Liebig in einer vermehrten Stickstoffausscheidung nach derselben finden will. Dies würde eine grössere Eiweisszersetzung bei der Muskelthätigkeit voraussetzen, was Liebig (S. 99) in der That auch ausspricht. Seine neue Lehre steht also in direktem Widerspruche mit dem, was er wenige Blätter vorher (S. 72) ausdrücklich anerkannte, wo es wörtlich heisst: „wenn man über diese Thatsache nachdenkt, so sieht man sogleich ein, dass dies nicht anders sein kann, denn wenn der Umsatz der Muskelsubstanz stiege mit der Arbeit, so würde, da die Arbeit im Willen liegt, ein Mensch seinen ganzen Muskelvorrath verbrauchen können." Jedermann sieht wohl ein, dass letzteres kein Grund für ein Gleichbleiben des Eiweissverbrauchs bei der Arbeit ist, denn wenn auch durch die Arbeit viel Muskelsubstanz

verbraucht würde, so könnte dem Verbrauch und der Arbeitsmöglichkeit doch in anderen Einrichtungen (z. B. in der Ermüdung) eine Grenze gesteckt sein, ehe wir alle unsere Muskeln ablaufen.

Doch abgesehen von diesem Widerspruche, so könnte immerhin die Hypothese Liebig's von der nachherigen Steigerung der Stickstoffausscheidung ihre Berechtigung haben. Dem Mitttel der 3 letzten Tage der Reihe c. nach würde sich für 1 Arbeitstag eine Zurückhaltung von 7.1 Stickstoff für Nr. I, von 2.8 für Nr. II berechnen.

Wenn auch die Endglieder der Eiweisszersetzung erst später den Körper verliessen, also z. B. in einem bestimmten Falle von 20 Stickstoff 10 zurückblieben, so müsste doch nach mehrtägigem Fortgang des nämlichen Eiweissverbrauchs in 24 Stunden ebensoviel Stickstoff entfernt werden, als zugeführt worden ist, da für die 10 im Körper gebliebenen Stickstoff 10 von dem vorausgehenden Tage hinzukommen. Man könnte daher nichtsdestoweniger in kurzer Zeit aus dem Stickstoffgehalte des Harns auf die im Tag verbrauchte Menge stickstoffhaltiger Substanz schliessen, wie auch der Bilanzversuch von Pettenkofer und mir zur Evidenz beweist, nur wäre dies bei einer Aenderung des Verbrauchs für die erste Zeit nicht möglich.

Nehmen wir auch an, es werde bei der Arbeit mehr zersetzt als bei der Ruhe, und es erschiene das Plus von Stickstoff nicht gleich im Harn, sondern erst die nächsten Tage, so würde daraus doch keine wesentliche Aenderung in der täglichen Stickstoffausscheidung sich ergeben. Liebig hat nämlich übersehen, dass wenn am Arbeitstage wirklich mehr zersetzt wird, das Eiweiss der Nahrung nicht ausreicht und der Körper von seinem eigenen Eiweiss hergibt, und dann in den nächsten Ruhetagen ebensoviel Eiweiss wieder angesetzt wird, als vorher bei der Arbeit verloren gegangen ist. Es müsste daher nahezu eine Ausgleichung eintreten, indem der von der Mehrzersetzung bei der Arbeit zurückgehaltene Stickstoff und der bei der Ruhe als Eiweiss angesetzte sich compensiren. Nehmen wir z. B. an, bei der Ruhe sei der Körper im Stickstoffgleichgewicht und scheide 18 Stickstoff aus, bei der Arbeit auch 18, aber es seien 20 von zerstörtem Organeiweiss herrührend, noch zurückgeblieben, die erst später austreten, so würden bei der darauffolgenden Ruhe

in einigen Tagen allmählich wieder die 20 Stickstoff als Organeiweiss angesetzt werden; lassen wir diese Ausscheidung des zurückgehaltenen Stickstoffs und den Eiweissansatz in 4 Tagen gleichmässig ablaufen, so würde die Stickstoffausscheidung fortwährend täglich 18 Grm. betragen.

	N verbraucht	N zurück	N im Harn
Ruhe	18	—	18
Arbeit	38	20	18
Ruhe	10 } — 20	8 } + 20	18
"	12	6	18
"	14	4	18
"	16	2	18
"	18	—	18

Sollte auch die Zeit und die tägliche Grösse des Ansatzes von Eiweiss und der Abscheidung des zurückgehaltenen Stickstoffs ungleichmässig sein, so könnte doch die Differenz der Stickstoffausscheidung bei Ruhe und Arbeit in 2 auf einander folgenden Tagen stets nur gering ausfallen; das Mittel würde sich gar nicht ändern, während Liebig auch im Mittel eine grössere Stickstoffausscheidung postulirt, da er auf den in der Ruhe nothwendig folgenden entsprechenden Eiweissansatz nicht achtet.

Der Harnstoff hat wohl unzweifelhaft, wenigstens zum Theil, gewisse Vorstufen, aber die Unmöglichkeit, Harnstoff im lebenden Muskel zu finden, beweist noch nicht, dass er im Muskel nie entsteht, und noch weniger, dass die Eiweisszersetzung nicht durch die an diesem Tage secernirte Stickstoffmenge gemessen werden kann. Sie kann gemessen werden, sobald die Umwandlung in kürzerer Zeit sich vollzieht. Alle unsere Erfahrungen weisen nun auf eine rasche Umwandlung hin.

Findet bei der Arbeit eine Zurückhaltung stickstoffhaltiger Produkte statt, so kommt sie wohl auch bei der Ruhe vor. Man könnte daran denken, ob nicht der bei vermehrter Eiweissmenge der Nahrung

in den ersten Tagen im Harn nicht erscheinende Stickstoff zum Theil auf Rechnung von Eiweissansatz, zum Theil auf die noch nicht vollständige Ueberführung in die letzten Ausscheidungsstoffe kommt, und ob nicht die Anfangs reichliche Stickstoffausscheidung beim Uebergang zu einer eiweissärmeren Nahrung nicht nur von einer Abgabe von Eiweiss vom Körper, sondern auch von einer solchen der zurückgehaltenen Produkte herrührt.

Man weiss aber, wie rasch das Gleichgewicht der Stickstoffeinnahme und Ausgabe auch bei gewaltigem Eiweissumsatz eintritt. Nach einer Nahrungsentziehung von 10 Tagen (15.—25. März 1862) bekam ein Hund 1500 Fleisch; es fehlte dabei nur am ersten Tage der Stickstoff von 224 Fleisch, den zweiten Tag war schon das Gleichgewicht erreicht; wenn also auch gar kein Eiweissansatz stattgefunden hätte, was bei einer Schwankung von 1500 Fleisch doch äusserst unwahrscheinlich ist, so betrüge die Zurückhaltung nur 15% des am ersten Tage Umgesetzten, und am zweiten Tage, bei anderen Reihen am dritten oder vierten Tage, kam schon der ganze Stickstoff der Nahrung zum Vorschein, so dass im höchsten Falle, bei einer ganz unwahrscheinlichen mir ungünstigen Voraussetzung, in den ersten 48 Stunden der Stickstoffgehalt des Harns den des Eiweissumsatzes nicht ganz repräsentiren würde. Nun lässt sich aber für einzelne Fälle zeigen, dass daran ausschliesslich nur ein Ansatz oder ein Verlust von Eiweiss betheiliget ist. Ich habe nämlich nach Hunger, wenn das Versuchsthier arm an Fett geworden war, gleich am ersten Tage der Fütterung mit viel Fleisch das Stickstoffgleichgewicht eintreten sehen; so bekam z. B. der Hund nach 4tägigem Hunger, wobei er am letzten Tage 13.3 Harnstoff ausschied (den 21. Nov. 1860), 1000 Fleisch, welche 73.0 Harnstoff liefern sollten, und in Wirklichkeit 76.2 lieferten, so dass also nach den Ergebnissen des Versuchs die Zeit für die Ueberführung in die Ausscheidungsstoffe eine kürzere als 24 Stunden ist.

Das Gleiche zeigen auch die Beobachtungen über die Ausscheidung der stickstoffhaltigen Stoffe, welche man als Vorstufen des Harnstoffs betrachten könnte. Das durch den Mund eingeführte oder ins Blut eingespritzte Kreatin geht nach meinen[1]) und nach

1) Voit, Zeitschr. f. Biol. 1868, Bd. IV S. 107 u. 113.

Meissners[1]) Erfahrungen nicht in Harnstoff über, sondern erscheint als solches oder als Kreatinin im Harn und zwar im Laufe von 24 Stunden; da ferner nach mir[2]) die Ausscheidung von Kreatin im Harn bei der Arbeit nicht grösser ist, und im angestrengten Muskel nach Nawrocki und mir[3]) nicht mehr Kreatin gefunden wird als im geruhten, so kann also von einer längeren Aufstauung von Kreatin, dem bekanntesten Zersetzungsprodukt des Muskels, keine Rede sein. Eine Vorstufe des Harnstoffs könnte die Harnsäure sein, welche bekanntlich nach der Entdeckung von Wöhler und Frerichs im Körper in Harnstoff übergeht; Zabelin,[4]) der in meinem Laboratorium arbeitete, gab einem Hunde während 2 Tagen grössere Mengen reiner Harnsäure (44 Grm.) unter sein Fressen, und fand darnach alle in's Blut übergegangene Harnsäure als Harnstoff wieder auf; es setzt sich hier jedoch die Harnstoffvermehrung noch einen Tag nach der Fütterung fort, was bei der Harnsäure nicht zu verwundern ist, da sie als solche so gut wie unlöslich in Wasser ist und also erst in den unteren Theilen des Dünndarms und Dickdarms, wo eine alkalische Reaktion auftritt, resorbirt werden kann.

Sehr interessant sind die Beobachtungen von O. Schultzen und M. Nencki,[5]) welche mit zwei Stoffen, die höchst wahrscheinlich zu den Vorstufen des Harnstoffs gehören, mit dem Glycocoll und dem Leucin, Versuche machten; beide werden in Zeit von 24 Stunden völlig in Harnstoff umgewandelt und entfernt. Auch die Benzoesäure, welche im Körper durch Aufnahme des stickstoffhaltigen Glycocolls in Hippursäure übergeht, vollzieht diesen Process rasch; nach Meissner und Shepard[6]) findet sich schon $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden nach der Einnahme der Benzoesäure bei Kanninchen, Hunden und Menschen im Harn die Hippursäure in reichlicher Menge, 12 Stunden darnach erscheint bei dem Menschen keine Hippursäure mehr.

---

1) Meissner, Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. 31 S. 284.
2) Voit, Zeitschr. f. Biol. 1868, Bd. IV S. 99, 100, 108.
3) Voit, Zeitschr. f. Biol. 1868, Bd. IV S. 88, 89.
4) Zabelin, Annal. d. Chemie und Pharm. II. Suppl.-Bd. 3. Heft, S. 329.
5) Schultzen und Nencki, Berichte der deutsch. chem. Ges. 1869 S. 566.
6) Meissner und Shepard, Unters. über d. Entstehen der Hippursäure im thier. Organismus 1866 S. 23.

Alle diese Erfahrungen machen es höchst unwahrscheinlich, dass wegen einer Zurückhaltung intermediärer Produkte der Stickstoff des Harns kein Maass für den täglichen Eiweissumsatz ist; allerdings findet man in jedem Organe gewisse Zersetzungsprodukte, aber nur soviel als bei den gegebenen Kreislaufsverhältnissen nicht fortgeschwemmt werden, für welche dann das Organ mit den Extracten gesättigt ist. Entstehen nun neue Mengen davon, so wird der Ueberschuss weggenommen, und das Organ bleibt auf seinem Gehalt, so wie ich denn auch aus einem Muskel eines 38 Tage hungernden Hundes die nämliche Quantität von Wasserextrakt und Kreatin gewonnen habe wie aus dem eines reichlichst mit Fleisch ernährten Thieres.

Ich kann aber mit Gewissheit sagen, dass die Auslegung, welche die Parkes'schen Versuche durch Liebig erfahren haben, nicht richtig ist; es hat ja nicht nur Parkes solche Versuche angestellt, sondern auch Andere und darunter ich. Warum Liebig von den Versuchen dessen, der dies Gebiet zuerst angebaut und die Methoden entwickelt hat, keine Notiz nimmt, warum er dagegen Parkes, dessen Methode und Resultate ich vorher beleuchtet habe, in den Vordergrund rückt, das ist mir unverständlich. Ich habe bei meinen ersten 4 Versuchsreihen am Hunde in den Ruhetagen nach der Arbeit keine vermehrte Harnstoff- und Stickstoffausscheidung wahrgenommen, ebensowenig in den 2 späteren Reihen.[1]) Sollte auch Liebig auf Versuche der Art an Hunden nichts geben, so liegen doch von Pettenkofer und mir[2]) Versuche am Menschen vor, bei denen die ganze Stoffbilanz dargelegt ist und Stickstoffgleichgewicht bestand. Nach Parkes soll auf die 12 Tagesstunden bei der Ruhe mehr Stickstoff im Harn treffen, als auf die 12 Nachtstunden; bei der Arbeit soll dagegen in der Tageshälfte die Stickstoffmenge kleiner sein als in der bei der Ruhe und als in der Nachthälfte, d. h. die hauptsächlichste Differenz fällt auf die Ruhezeit gleich nach der Arbeit. Wir haben nichts der Art trotz der Trennung unserer Versuche in die Tages- und Nachthälfte con-

1) Voit, Zeitschr. f. Biol. 1866, Bd. II S. 339.
2) Pettenkofer und Voit, Zeitschr. f. Biol. 1866, Bd. II S. 537.

statiren können; wir fanden bei gleicher Nahrung und Umrechnung des Harnstickstoffs in Harnstoff Folgendes:

	Ruhe	Ruhe	Ruhe	Arbeit	Arbeit
Tag . . .	21.5	17.8	19.2	20.1	18.9
Nacht . .	15.7	17.6	18.0	16.2	18.4
24 Stunden	37.2	35.4	37.2	36.2	37.3.

Diese Resultate müssen respectirt werden oder es muss dargethan werden, dass sie fehlerhaft sind.

Es sind von den verschiedenen Beobachtern verschiedene Angaben über die Stickstoffausscheidung zwischen Ruhe und Muskelthätigkeit gemacht worden, die man sich nicht recht erklären konnte. Den grössten Theil der Schwankungen bei Beobachtungen am Menschen suche ich in dem ungleichen Stickstoffgehalte der Nahrung. Soviel steht fest, dass die Aenderungen nur unwesentliche sind. Ich selbst habe am Hunde in meinen ersten 24stündigen Versuchen bei Hunger und namentlich bei reichlicher Fleischnahrung ein kleines Plus von Harnstoff bei der Arbeit gefunden; den Grund der geringen Vermehrung des Eiweissumsatzes bei der Arbeit suchte ich zum Theil in der grösseren Wasseraufnahme und Harnmenge, vorzüglich aber in dem durch die verstärkten Herz-, Athem- und Körperbewegungen mehr aufgenommenen Sauerstoff, der dann bei Mangel an Fett oder Kohlehydraten mehr Eiweiss des intermediären Säftestroms angreift; ich habe daher damals schon gesagt: würde man den überschüssigen Sauerstoff durch einen anderen Stoff, der sich damit verbindet, z. B. durch Fettzusatz in Beschlag nehmen, so könnte man die grössere Eiweisszersetzung völlig aufheben. In der That hat sich dies auch beim Menschen, wenn er nicht mager war oder stickstofffreie Stoffe in der Nahrung in genügender Menge erhielt, so herausgestellt. Es kann also auch beim Menschen, wie beim Hunde, unter gewissen Umständen eine kleine Steigerung der Eiweisszersetzung eintreten, namentlich bei fettarmer und für die Arbeit ungenügender Zufuhr stickstofffreier Substanzen, oder bei sehr reichlicher Sauerstoffaufnahme bei angestrengter Thätigkeit. Nimmt der Körper durch die Arbeit an Fett ab, so kann auch noch in den ersten Tagen nachher eine etwas grössere Zersetzung von Eiweiss stattfinden; dies scheint in der That mit ein Grund zu sein

für die bei der Arbeit und direkt nachher etwas grössere Stickstoffausscheidung der Soldaten von Parkes; der von uns untersuchte Mann entleerte dieselbe Menge Stickstoff wie jene Soldaten, ersterer hatte aber in der Nahrung 315 Kohlenstoff zur Verfügung, letztere dagegen nach einer Berechnung nur etwa 254 Grm. Unser Arbeiter setzte in der Ruhe etwas Fett an, reichte jedoch bei der Arbeit nicht aus und gab noch gegen 50 Grm. Fett von seinem Körper her; noch viel weniger reichten die Soldaten von Parkes bei einer ansehnlich geringeren Kohlenstoffzufuhr hin und namentlich nicht am 2. Tage bei einem Marsche von 35 engl. Meilen.[1])

Die Verschiedenheit der Beobachtungen in der Tages- und Nachthälfte erklärt sich vielleicht aus einem längeren Verweilen der Nahrung im Darm der Soldaten während der starken Anstrengung oder aus einer Verschiebung der Zeit des letzten Essens vor dem Schlafengehen; bei unseren Versuchen (Nr. 10 und 11) mit sehr reichlicher Nahrung ergab sich aus der Verlängerung der Verdauungszeit Nachts eine ansehnlich grössere Stickstoffausscheidung als Tags.

Bei Versuchen, welche nur einige Stunden dauern, kann sehr wohl ein noch nicht völliger Uebergang der Vorstufen des Harnstoffs in Harnstoff stattgefunden haben, oder Harnstoff als solcher bei den veränderten Kreislaufsverhältnissen noch in den Säften, wo er ja stets vorkommt, oder in den Harnwegen im Rückstand sein; die Zeit, in der man aus der Stickstoffausscheidung im entleerten Harn auf den Umsatz schliessen darf, hat natürlich ihre Grenze, Minutenversuche ergeben daher kein brauchbares Resultat und so theilweise auch Versuche, die nur einige Stunden währen. Bei den kleinen Differenzen in den Harn- und Stickstoffmengen

1) In Auerbachs Volkskalender (1869 S. 134) schliesst Liebig aus der Abnahme des Körpergewichtes der beiden Soldaten nach dem Marsche auf ein Schwinden der Muskelmasse, da ein Ueberfluss von stickstofffreien Stoffen in der Nahrung vorhanden gewesen sei und ein Wasserverlust sich durch Trinken von ein Paar Glas Wasser hätte ausgleichen lassen. Dies sind dem Thatbestand nicht entsprechende Auslegungen; dass die Soldaten kein oder nur wenig Eiweiss vom Körper abgaben, zeigen die Versuche von Parkes; dass nicht genügend stickstofffreie Substanzen zugeführt wurden und ein Verlust von Fett stattfand, meine Berechnungen; und dass man aus dem Körpergewicht nicht auf die Art der Abgabe vom Körper schliessen kann, und sich ein Wasseraustritt bei beschränkter Wasseraufnahme nicht so rasch wieder herstellt, meine vielfältigen Beobachtungen.

einiger Stunden ist ferner eine direkte Stickstoffbestimmung unerlässlich und diese ist nur selten gemacht worden.

Den dritten Einwand Liebig's gegen Fick und Wislicenus und auch gegen meine Angaben und Schlussfolgerungen haben wir daher, ebenso wie den zweiten, als nicht gerechtfertigt erkannt.

4.

Nach den in den vorigen Abschnitten gemachten Darlegungen sind also zwei Hauptpunkte der früheren Theorie Liebig's über die Quelle der Muskelkraft, nämlich der eine, dass die Eiweisszersetzung eine Folge der Arbeit sei und ihr proportional gehe, und der andere, dass nur Organisirtes verbraucht wird, bei der Prüfung durch den Versuch am Thier nicht richtig befunden worden, und es haben sich dadurch unsere Anschauungen über die Quelle der Muskelkraft vollkommen geändert. Der dritte Hauptpunkt derselben, dass nur das Eiweiss die mechanischen Leistungen ermöglicht, ist bis jetzt noch nicht durch den Versuch erledigt. Die meisten Physiologen glauben zwar, er sei auch unrichtig, und es seien die stickstofffreien Stoffe ebensogut die Erzeuger der Kraft für die Arbeit, jedoch sind die Gründe für diese Meinung noch nicht beweisend. Von den von Liebig dagegen vorgebrachten Angaben ist die von der späteren Ausscheidung der stickstoffhaltigen Zersetzungtprodukte und die von der Unmöglichkeit, aus der Verbrennungswärme einer Substanz auf die in ihr enthaltene Spannkraft zu schliessen, nicht stichhaltig; die dritte, dass der Körper wahrscheinlich mit einem Vorrath von Kraft, wie die meisten Maschinen, arbeitet, rührt von Pettenkofer und mir her. Es müsste entschieden werden, ob die genau bestimmte latente Kraft einer Eiweissmenge, welche den Organismus dauernd zu gewissen Leistungen befähigt, z. B. für einen erwachsenen Menschen etwa 140 Grm. für den Tag, hinreicht, die von ihm dauernd ausgeführte innere und äussere Arbeit zu liefern. Pettenkofer und ich sind noch der Meinung, dieselbe reiche aus, aber wir werden alsbald die alte Vorstellung fallen lassen, sobald ein Versuch sie als unmöglich erwiesen hat.

Sollten aber auch die stickstofffreien Stoffe die Kraft für die Muskelcontraktion geben, so würde doch noch das Eiweiss durch seine Fähigkeit die für das Zustandekommen der Arbeit unum-

gänglich nothwendige Sauerstoffaufnahme zu vermitteln und den zur Erhaltung einer grösseren Muskelmasse für den kräftigen Körper nöthigen Stoff zuzuführen, wesentlich an der Arbeit betheiligt sein. Wir können uns vorläufig eine Uebertragung der bei dem Zerfall des Eiweisses, welches die kleinsten Organtheilchen berührt, frei werdenden lebendigen Kraft in eine Bewegung dieser Theilchen leichter denken, als eine solche von Fett, das nur schwer in die zelligen Gebilde eintritt; wir müssten denn annehmen, dass letzteres zuerst irgendwo in eine in Wasser lösliche Substanz, z. B. in Glycogen verwandelt wird.

Durch die neueren Bemerkungen Liebig's ist seine frühere Theorie nicht gerettet worden; sie enthalten nichts Neues oder Fruchtbringendes über die Quelle der Muskelkraft und wir sind in unseren Vorstellungen darüber nicht gefördert worden.

Das Beispiel mit der Wirkung der Hefezelle ist nur ein Gleichniss. Die Ermittelung der Ursachen der Gährungserscheinungen ist, wie Liebig mit klarem Blicke erkannte, von grosser Bedeutung für die einstige Erklärung der Vorgänge und Zersetzungen im höheren aus Zellen oder Zellenabkömmlingen bestehenden Thier, da wir es im ersteren Falle mit einfachen Organismen und relativ einfacheren Processen zu thun haben. Die Physiologen haben seit lange die Bedingungen für den Umsatz im Thierkörper in den Zellen gesucht, wenn die Ernährungsflüssigkeit durch sie wandert und mit ihnen in Berührung kommt. Wenn nun Liebig dies an einem einfachen Beispiel erläutert, und ein System von Hefezellen, von einem Strom Zuckerwasser durchflossen, als eine Quelle von Wärme und mechanischen Wirkungen mit dem Verhalten des Muskels vergleicht, so ist dies ein Bild von dem Zustandekommen solcher Processe, aber es wird damit nichts anderes ausgedrückt, als dass die in den Zellen niederer und höherer Organismen stattfindende Zersetzung gewisse Wirkungen hervorbringt.

Wir werden nach meiner festen Ueberzeugung nicht tiefer in die Ursachen der Muskelkraft eindringen, bevor nicht durch Lösung einiger Prinzipienfragen für weitere Induktionen eine feste Grundlage gewonnen worden ist; wir müssen endlich sicher entschieden haben, welche Rolle das Eiweiss und die stickstofffreien Stoffe bei

dem Zustandekommen der Muskelbewegung spielen und ob der Muskel im Moment der Contraktion durch Zersetzung erst die Kraft gewinnt oder ob er sich wie eine gespannte Feder verhält. Dies kann nur durch den Versuch geschehen und zwar vor Allem durch die Messung der Gesammtzersetzung, der dabei gelieferten äusseren Arbeit und der abgegebenen Wärme. Pettenkofer und ich sind, wie wir angezeigt, schon seit längerer Zeit mit dieser nicht leichten Aufgabe beschäftiget.

II.

Liebig discutirte an mehreren Stellen seiner Schrift die Frage, welche Stoffe bei ihrem Umsatz die Muskelarbeit bedingen. Früher hatte er ausschliesslich und unzweifelhaft das Eiweiss als diesen Stoff bezeichnet; auch jetzt lässt er es diese Rolle spielen, jedoch nicht direkt, sondern durch gewisse Zersetzungsprodukte, die Extractivstoffe des Muskels. Dies würde zwar im Wesentlichen an unseren Vorstellungen nichts ändern, insofern nur diejenigen Extractivstoffe, welche Abkömmlinge des Eiweisses sind, als weiteres Arbeitsmaterial dienen können; doch würden daraus im Speciellen mannigfache Modifikationen in unseren Anschauungen über die Quelle der Muskelkraft und die Ernährung hervorgehen.

Anfangs tritt die genannte Anschauung nur verhüllt hervor. Die unveränderte Zusammensetzung des Syntonins und Eiweisses im Muskel scheint nach Liebig (S. 94) zu beweisen, dass eine Spaltung desselben im Muskel nicht statt hat, und dass Stoffe von viel höher gesteigerten Spannkräften die Arbeitsleistung bedingen. Er denkt sich darunter aus dem Eiweiss entstandene Produkte, die bei ihrer Bildung noch Wärme, möglicherweise aus der Oxydation stickstofffreier Stoffe herstammend, aufgenommen haben; für die Existenz solcher Verbindungen im Muskel scheint ihm die Thatsache zu sprechen, dass Frankland die Verbrennungswärme des Kreatins wegen der heftigen Explosion desselben im Rohre des Calorimeters nicht bestimmen konnte, er will aber damit nicht entfernt gesagt haben, ob und in welcher Weise das Kreatin an der Muskelarbeit betheiligt ist. Wenn Liebig zu dieser Ansicht bestimmt worden ist, weil die unveränderte Zusammensetzung des Syntonins und Eiweisses im Muskel eine Spaltung desselben im Muskel unwahrscheinlich macht,

so kämen wir, da wir für kein Organ eine Veränderung seiner eiweissartigen Substanzen direkt darthun können, zu der Annahme, dass nirgends im Körper ein Zerfall von Eiweiss stattfindet, während doch täglich sehr bedeutende Mengen davon in ihm zersetzt werden. Es ist ebenso wenig für die Stoffe, welche Liebig jetzt als Arbeitsmaterial bezeichnet, irgendwie eine Aenderung ihrer Zusammensetzung im Muskel dargethan, die der neuen Hypothese entspricht. Während aber zuerst jener Gedanke noch durch die Wörter „vielleicht, scheint, können, dürfte, denkbar, möglicherweise etc." verklausulirt ist, tritt er später offener und zuletzt mit aller Bestimmtheit hervor. Es ist übrigens in diesem Kapitel nicht immer leicht, sich die Vorstellungen von Liebig klar zu machen; ich hoffe jedoch seine Ansichten richtig aufgefasst zu haben.

a. Zunächst sucht er festzustellen, dass alle Bestandtheile des Muskels, also auch die in kaltem Wasser löslichen und in der Hitze nicht gerinnbaren Extraktivstoffe, welche 14% der trockenen Substanz ausmachen, ebenso nothwendig zur Zusammensetzung des Muskels gehören wie das Eiweiss, und Theil haben an den Vorgängen des arbeitenden Muskels. Leider kennen wir bis jetzt nur wenige von den Stoffen des Extraktes; ein Theil davon (20%) besteht aus Aschebestandtheilen und nach Abrechnung der letzteren bleiben im trocknen Muskel noch 11% organischer Natur. Die anorganischen Stoffe sind zur Zusammensetzung des Muskels nothwendig; von den organischen sind nur Kreatin, Kreatinin (?), Inosinsäure, Sarkin, Xanthin, Milchsäure und Zucker isolirt. Die übrigen sind wohl grossentheils stickstoffhaltig, aber in geringerem Grade als das Kreatin, denn das trockene Extrakt enthält 13.7% Stickstoff und nach Abzug der Asche 17.1%, das trockene Kreatin 32.1%.

Hier verfällt Liebig wiederum in den Irrthum, in den er Du Bois gegenüber schon einmal verfallen ist, dass er unbedenklich alle Stoffe, die man bei Behandlung mit allen möglichen Agentien aus den Organen erhält, als Bestandtheile des lebenden Organes ansieht.

Es ist unmöglich festzustellen, wieweit diese Stoffe im lebenden Muskel schon vorhanden sind, da sie gewöhnlich, wenigstens zum Theil, wie z. B. die Säure, durch das Blut rasch entfernt werden

und erst nach dem Tode des Thieres, wonach der Muskel noch eine Zeit lang fortlebt und wie normal Zersetzungen gewisser Stoffe erleidet, sich ansammeln oder erst durch die eingreifende Behandlung in der Wärme bei Herstellung des Extraktes entstehen. Auffallend ist es, dass der kalte Muskelauszug erst den Geruch nach der Fleischbrühe annimmt, wenn er gekocht wird. Wenn man also gar nicht weiss, was vom Extrakt während des Lebens und Bestehens der Cirkulation im Muskel sich findet, so kann man über die Bedeutung desselben für die normale Zusammensetzung der Organe nichts aussagen. Wir sehen gewöhnlich einen Theil dieser Stoffe als zur Ausscheidung bestimmt an, da sie als solche im Harne entfernt werden, namentlich das Kreatin oder Kreatinin; wenn man Kreatin oder Kreatinin einnimmt, so erscheinen sie in kurzer Zeit unverändert im Harn, ebenso das Kreatin des mit der Nahrung eingeführten Fleisches, aber sie finden sich auch bei kreatinfreier Nahrung, entsprechend der Grösse der Eiweisszersetzung. Mir ist es darnach wahrscheinlicher, dass das Kreatin oder Kreatinin nicht nothwendige Bestandtheile des Muskels sind, sondern Zersetzungsprodukte, welche für den Organismus weiter keine Bedeutung mehr haben. Ich bin nicht im Stande, die folgenden Angaben von Liebig als beweisend für das Gegentheil zu betrachten.

Die einfache, nie fehlende Gegenwart des Kreatins oder Kreatinins im Muskelfleisch aller höheren Thierklassen ist für mich kein Beweis für die Meinung, dass sie für die Oekonomie des Muskels nothwendig sind; man könnte ebensogut umgekehrt sagen, die einfache, nie fehlende Gegenwart des Kreatins oder Kreatinins im Harn aller höheren Thierklassen kann als ein entschiedener Beweis für die Meinung betrachtet werden, dass beide Ausscheidungsprodukte sind. Es sind nur Excretionsstoffe, ähnlich wie der in der Leber und der Milz stets in nicht unbeträchtlicher Menge vorkommende Harnstoff oder die Harnsäure, die Niemand deshalb als nothwendig für die Constitution der Leber oder Milz erklären wird.

Liebig gibt ferner an: „Das Kreatin ist durch sein chemisches Verhalten ein Stoff, dem kein zweiter in der ganzen Chemie an die Seite gestellt werden kann; durch sehr schwache Einwirkungen verwandelt es sich in eine starke alkalische Basis und wieder rück-

wärts in einen neutralen Körper, lediglich durch Wasserabgabe oder Aufnahme, ohne dass also beim Neutralwerden eine Säure mitwirkt; eine Verbindung von so merkwürdigen Eigenschaften muss für die Vorgänge im Apparat der Krafterzeugung eine gewisse Bedeutung haben." Ich kann das Kreatin nicht für einen so merkwürdigen Stoff für den Thierkörper halten, es ist eine ganz indifferente, neutral reagirende Substanz; die starke alkalische Basis, das Kreatinin, kommt im lebenden Muskel gar nicht oder nur in äusserst geringer Menge vor, sie entsteht nach meinen Untersuchungen erst in der Niere aus dem Kreatin durch die Wirkung einer Säure, welche sie neutralisirt.

Nach Liebig sind die organischen Alkalien, zu denen das Kreatinin gehört, Verbindungen eigener und sehr fester Art, und er meint, Jedermann würde es für unzulässig halten, aus dem Vorkommen des Chinins im Harn den Schluss zu ziehen, dass es ohne Einfluss auf die Vorgänge im Körper ist. Letzteres ist ganz richtig, aber vom Chinin oder anderen Alkaloiden kann man die Wirkung mit Leichtigkeit demonstriren, während man dies von dem Kreatin oder Kreatinin nicht vermag. Thiere und Menschen ertragen von dem Kreatin oder dem neutralisirten Kreatinin die grössten Mengen ohne irgend eine Folgeerscheinung zu verspüren, die Wirkung von Chinin, Morphium, Caffeïn, Strychnin etc. dagegen ist in den kleinsten Dosen zu bemerken. Ich habe einem Hunde auf ein Mal 6.3 Grm. Kreatinin und 8.6 Grm. Kreatin beigebracht; Ranke hat weder vom Kreatin noch Kreatinin einen Einfluss auf die Erregbarkeit oder Leistungsfähigkeit des Muskels wahrgenommen. Man kann uns doch vernünftiger Weise nicht zumuthen, von einem Stoff eine weittragende Wirkung anzunehmen, von dem Niemand eine solche nachzuweisen vermag; aber nach Liebig „ist es kaum ein Schluss, vielmehr eine Thatsache, die keiner Begründung bedarf," dass die organischen Extraktivstoffe auch als Bedingungen der Vorgänge des arbeitenden Muskels anzusehen sind.

b. Aber auch zugegeben, dass einzelne der verbrennlichen Extraktivstoffe oder selbst alle eine noch unbekannte wichtige Rolle bei der Muskelcontraktion spielen, so ist doch noch ein gewaltiger Sprung zu der Annahme, dass sie das Arbeitsmaterial sind. Liebig

findet es nicht der Mühe werth, nur den mindesten Grund für diese Hypothese anzugeben; es heisst blos: „und wenn man die geformten Muskelbestandtheile als die Maschinentheile ansieht, so müssen die anderen beweglichen Muskelsubstanzen als das Arbeitsmaterial gelten." Man kann jedoch die geformten Muskelbestandtheile als die Maschinentheile betrachten, ohne dass desshalb die Extrakte das Arbeitsmaterial sein müssen; wir dürfen eben den Strom von eiweisshaltiger Ernährungsflüssigkeit, der beständig die Organe durchläuft, nicht übersehen; und es kann dabei die momentane Zusammensetzung des Muskels trotz eines bedeutenden Eiweissumsatzes ganz die gleiche geblieben sein, wenn nur die Produkte der Zersetzung durch das Blut rasch entfernt worden sind. Da für Liebig die unveränderte Zusammensetzung des Syntonins und Eiweisses im Muskel der Beweis ist, dass eine Spaltung derselben im Muskel nicht statt hat, so wäre die Folge, dass im Muskel überhaupt kein Eiweiss zerfällt, sondern das stickstoffhaltige Arbeitsmaterial des Muskels anderswo im Körper aus Eiweiss erzeugt wird, von wo es erst in den Muskel übertragen und abgelagert wird.

Es können gewisse Stoffe für die Zusammensetzung und die Funktionen des Muskels absolut nothwendig sein, sie brauchen aber darum nicht als Arbeitsmaterial zu dienen. Ohne die 75% Wasser im Muskel ist keine Contraktion desselben denkbar, da sich in einer trockenen Masse die Theilchen nicht verschieben; das Wasser ist eine unentbehrliche Bedingung für die Vorgänge im Muskel, ohne dass es Arbeitsmaterial ist; ähnlich verhalten sich auch die Aschebestandtheile. So könnte ich mir auch denken, dass die organischen Extrakte zu irgend einem Zweck im Muskel nothwendig sind, jedoch nicht das Arbeitsmaterial darstellen.

Nur diejenigen Stoffe vermögen als Arbeitsmaterial zu dienen, welche sich zersetzen und dabei Spannkraft als lebendige Kraft entwickeln, also nicht das Wasser oder die Aschebestandtheile des Muskels und Extraktes; auch nicht das Chinin oder andere Alkaloide, wenn sie unverändert im Harn wieder abgeschieden werden. Die organischen Extrakte des Muskels thun es nur dann, wenn sie noch weiter sich zerspalten und nicht als solche entfernt werden. Diejenigen, welche bis jetzt das Eiweiss als den Erzeuger der Muskel-

kraft ansahen, dachten sich natürlich, dass der Zerfall desselben im Muskel bis in die Produkte, welche den Muskel verlassen und in das Blut treten, Spannkraft für ihn auslöst; es frägt sich also, ob sich für die organischen Extraktivstoffe noch eine weitere Zersetzung nachweisen lässt. Ich will dies für einen Theil derselben nicht läugnen, und man hat es nie geleugnet, es sind dann eben Stoffe, welche noch in der regressiven Metamorphose begriffen sind, wahrscheinlich aber einen grossen Theil ihrer Spannkraft schon verloren haben, obwohl eine weitere Zersetzung für keinen der bekannten Stoffe dargethan ist.

Es ist leider für die wenigsten Stoffe des Muskels möglich, eine Aenderung bei der Contraktion zu verfolgen, da die im ruhenden Organe beständig vor sich gehende Zersetzung nicht nur durch die Zusammenziehung, sondern auch unter dem Einflusse der Wärme, welche man meist zur Auffindung der Zersetzungsprodukte anwenden muss, beschleunigt wird; man erhält darum in diesem Falle die gleichen Resultate, mag man einen geruhten oder tetanisirten Muskel untersuchen. So wenig man angeben kann, welche Extraktmenge ein lebender Muskel enthält, so wenig kann man etwas über die Zunahme oder Abnahme derselben in Folge der Thätigkeit der Muskeln aussagen, sobald man genöthigt ist, Wärme zur Darstellung des Extraktes zu gebrauchen. Am unveränderten frischen Muskel lässt sich nach dem Tetanisiren eine grössere Menge einer organischen Säure und eine reichlichere Kohlensäurebildung constatiren; aus welchem Stoff aber diese hervorgehen, kann bis jetzt Niemand angeben, und auch nicht, ob dabei Kraft für die Muskelleistung gewonnen wird oder nur Wärme, welche bei der Bildung der nicht flüchtigen und flüchtigen Säure während der Arbeit sowohl, als auch der Todtenstarre in der That nachgewiesen ist. Der unveränderte Extrakt- und Kreatingehalt des Muskels eines reichlich genährten und verhungerten Thieres spricht nicht sehr zu Gunsten der Ansicht, nach der die Extrakte das Arbeitsmaterial sind.

Von einem Stoffe wissen wir aber gewiss, dass er sich nicht weiter zersetzt, das ist gerade der für Liebig so merkwürdige Stoff, das Kreatin; es findet sich im tetanisirten in der Kälte behandelten Muskel in derselben Menge wie im geruhten, und es findet sich als Ausscheidungsprodukt im Harn und zwar in gleicher

Quantität bei Ruhe und Arbeit. Das mit der Nahrung, z. B. im Fleisch oder Fleischextrakt aufgenommene Kreatin wird vollständig im Harn entfernt; aber auch bei kreatinfreier Nahrung und selbst beim Hunger tritt Kreatin mit dem Harn aus, was doch, wenn das Kreatin dem Körper als Kraftmaterial diente, eine Verschwendung wäre; Eiweiss, Zucker, Fett etc. finden wir dagegen im Harn normal nicht auf, und wir betrachten ihr Vorkommen darin stets als Zeichen das Leben gefährdender Störungen. Im Harn finden sich noch viele unbekannte Extraktivstoffe und es ist nicht unwahrscheinlich, dass er noch manche der unbekannten Muskelextraktivstoffe einschliesst.

III.

Auf die dargelegten Hypothesen über die Bedeutung der Extraktivstoffe für die Zusammensetzung des Muskels, für die Vorgänge in ihm und als Arbeitsmaterial baut Liebig noch eine neue ebenso unerwiesene auf, um dann daraus einen wichtigen Unterschied der Fleisch- und Pflanzenkost zu folgern und endlich die Wirkung des Fleischextraktes zu interpretiren.

1.

Ich gehe zuerst auf die Unterschiede, welche in der animalischen und vegetabilischen Nahrung bestehen sollen, ein.

a. Liebig betont unter Anderem die Differenzen der Vorgänge im Darme bei der Verdauung. Je längere Zeit es erfordert, bis die Nahrungsstoffe in lösliche Modifikationen übergeführt sind, desto mehr Arbeit wird dem Darm aufgebürdet und es wird bei gleichem Stoffverbrauch weniger Kraft für äussere Arbeit zur Verfügung stehen. Da nun die Nährstoffe im Gras und Heu schwer zugänglich sind, so wird nach ihm zu ihrer Resorption mehr innere Arbeit durch den Darm geleistet werden müssen, als für die leichter verdaulichen Samen der Getreidearten und Leguminosen oder gar für das rasch übertretende Muskelfleisch der Thiere; die Pflanzenfresser verbrauchen daher im Allgemeinen mehr Kraft zur Bewältigung ihrer Nahrung. Ich schliesse mich gerne diesen Anschauungen an; ich habe es selbst versucht, die mannigfachen Unterschiede, welche sich bei der Verdauung thierischer und pflanzlicher Theile finden, experimentell festzustellen. Ein Pflanzenfresser verdaut

nahezu Tag und Nacht, der resorbirende Theil des Darmes des Fleischfressers ist in 10 Stunden nach einer Mahlzeit, die ihm für 24 Stunden zureicht, leer. Es hat sich bei meinen hieher gehörigen Versuchen vor Allem um die Ursachen der leichteren und schwereren Aufnahme der animalischen und vegetabilischen Nahrung gehandelt, ich habe aber die verschiedene Arbeit, welche dadurch dem Darme aufgebürdet wird, nicht übersehen, und mich ebenso bestimmt wie Liebig über die Wichtigkeit der gehörigen Zubereitung der Speisen durch die Kochkunst, über die Bedeutung der Zerkleinerung und der Herrichtung derselben in leicht zugängliche Form und Zusammensetzung für Verkürzung der Zeit der Verdauungsarbeit und zur Erübrigung eines grösseren Restes Kraft für andere Thätigkeiten ausgesprochen; S. 34 und 35 meiner akademischen Festrede [1]) heisst es: „ein pflanzenfressendes Thier muss für uns die geringe Eiweissmenge der Pflanze auslaugen und zu dem concentrirteren Fleische sammeln und es muss uns das Fett bereiten, indem es dabei Eiweiss und die Kohlehydrate der Pflanze verbrennt; trotz des Umweges und des grossen Verlustes an Substanz finden wir es doch vortheilhafter diese Arbeit unserem Körper zu ersparen, damit ihm seine Kräfte für etwas Anderes, Wichtigeres verbleiben. Auch auf die Zubereitung der Speisen, die Entfernung des Unverdaulichen, die gehörige Zurichtung, um sie in leichter angreifbaren Zustand zu bringen und unseren Organen so wenig als möglich Arbeit zu übertragen, die Zufügung von Stoffen, welche die Verdauungssäfte zur Absonderung bringen, muss sorgsam Rücksicht genommen werden.“ Ich habe ferner in derselben Weise wie Liebig den Einfluss der verschiedenen arbeitenden Apparate des Körpers auf einander aufgefasst; wenn er angiebt, dass, wenn die Verdauungsorgane des Menschen in Conflikt mit seinen Speisen kommen, die geistige und körperliche Arbeit darunter leidet, oder dass die Kraft, welche die Darmmuskeln verbrauchen, vorzugsweise den Muskeln der willkührlichen Bewegung abgehen muss, und wenn er zur Erläuterung an die Vorgänge in einer industriellen Werkstätte erinnert, in welcher

1) Ueber die Theorien der Ernährung der thierischen Organismen, 1868.

durch einen einzigen Dampfkessel, d. h. durch die vorhandene verfügbare Kraft, mehrere Maschinen, z. B. ein Walzwerk und ein Hammer im Gange erhalten werden, wo dann bei voller Thätigkeit des Walzwerks der Hammer nur geringe Dienste leistet und umgekehrt, so halte ich dem das gegenüber, was ich S. 35 meiner Rede gesagt habe und wo ich einen Schritt weiter gegangen bin, indem ich in der ungleichen Vertheilung des Blutes den Grund angebe, warum die einzelnen Organe nicht zu gleicher Zeit thätig sein können; es steht dort geschrieben: „je nach der Intensität der Säfteströmung richtet sich die Zersetzung in jedem Organe. Indem durch eine Drüse, einen Muskel bei der Thätigkeit mehr Blut läuft als bei der Ruhe, vertheilt sich das Blut und die Zersetzung zu verschiedenen Zeiten im Körper höchst ungleich. Wenn wir in voller Verdauung begriffen sind, finden wir die Gefässe des Darms und seiner Drüsen strotzend mit Blut gefüllt, ein ansehnlicher Bruchtheil des Gesammtblutes wird dahin abgeleitet, um die mannigfaltigsten Geschäfte zu übernehmen; wir sind dann nicht im Stande, andere körperliche oder geistige Arbeiten zu leisten, wenn wir nicht die Verdauung unterbrechen wollen; das alte Sprichwort: post coenam stabis, seu passus mille meabis enthält eine der weisesten Lehren. Bei anstrengender Thätigkeit der Muskeln kann die unseres Gehirns nicht so lebhaft sein.“ Früher hat Liebig von diesen Verhältnissen, die ich eingehend entwickelt habe, nicht viel gesprochen und es kann wenigstens mich der Verwurf nicht treffen, den er vielen Physiologen macht, bei welchen der ungleiche Kraftverbrauch in Individuen verschiedener Thierklassen oder die Erzeugung von Kraft zur Verrichtung von inneren und äusseren Arbeiten weiter nicht in Betracht komme.

b. Ein anderer Unterschied der thierischen und pflanzlichen Nahrung ist die meistentheils absolut und relativ, gegenüber den stickstofffreien Stoffen, kleinere Menge von Eiweiss in letzterer nach der Aufnahme in das Blut. Die Zersetzung des Eiweisses steigert sich nach meinen Untersuchungen mit der Quantität des vom Darm aus ins Blut gelangenden Eiweisses und sie ist um so grösser, je weniger stickstofffreie Stoffe dem Eiweiss beigemischt sind oder je ärmer der Körper an Fett ist. Diese grössere Zersetzung ermög-

licht dann eine grössere Kraftleistung, und sie bringt vor Allem, neben dem geringeren Ausfall für die innere Arbeit, die grösseren Effekte nach Aussen hervor. Gelangen nämlich gleiche Mengen Eiweiss aus schwerer auslaugbaren Pflanzentheilen und aus leichter resorbirbaren in die Säfte, so ist in letzterem Falle der Antheil, welcher für äussere Arbeit übrig bleibt, grösser; wenn aber durch eine eiweissreichere Nahrung mehr Eiweiss aufgenommen und zersetzt wird, so wird mehr Kraft dadurch erzeugt und es wächst die Leistung nach Aussen. Durch die grössere Eiweisszersetzung übt das Kraftfutter, d. i. der Zusatz eiweissreicher Stoffe zum gewöhnlichen Futter der Pflanzenfresser, grösstentheils seinen mächtigen Einfluss aus, z. B. der Zusatz von Hafer zum Heu auf die Energie des Pferdes; oder es wird durch sie vor Allem der gewaltige Unterschied der Brod- oder Kartoffelkost und der Fleischkost beim Menschen bedingt. Liebig betont die meistentheils grössere Eiweisszersetzung bei der animalischen Nahrung im Gegensatze zur pflanzlichen, hervorgerufen durch die absolut und relativ grössere Eiweissaufnahme, nicht sehr; für mich bestimmt die Grösse des Zerfalls des Eiweisses vor Allem die nach Aussen mögliche Kraftleistung eines Organismus, nicht allein durch die direkte Erzeugung von lebendiger Kraft, sondern auch durch die unter dem Einfluss des Eiweisses stehende Sauerstoffzufuhr, die für das Zustandekommen der Muskelarbeit absolut nöthig ist.

c. Den hauptsächlichsten Unterschied der animalischen und vegetabilischen Nahrung erblickt dagegen Liebig in den Extrakten. Die verbrennlichen löslichen Bestandtheile des Muskels weichen am stärksten in ihrer Zusammensetzung von den Albuminaten ab, daher nach ihm die Ueberführung der Pflanzenalbuminate in Fleischalbuminate den kleinsten, die Erzeugung der löslichen Bestandtheile des Muskels den grössten Aufwand an innerer Arbeit erheische. Durch die Aufnahme aller Bestandtheile des Muskelsaftes in dem Fleisch wird die für die Ueberführung des reinen Eiweisses in die löslichen Stoffe des Muskels nöthige innere Arbeit erspart und man braucht desshalb in diesem Falle eine geringere Zufuhr von Eiweiss in der Nahrung. Die Extraktivstoffe des Fleisches treten also nach ihm als wahre Nährstoffe für ihre identischen, sonst

aus Albuminaten hervorgehenden Produkte ein; die meisten im Thierleib aus dem Eiweiss entstandenen Produkte vermögen sich, als Nahrung genossen, in dem Processe der Ernährung und Krafterzeugung und in besonderen Vorgängen jedes in eigener Weise zu vertreten. Die Bestandtheile des Muskelsaftes müssen, so sind Liebig's Worte, als hochpotenzirte wahre Nahrungsmittel angesehen werden, nicht in der Bedeutung, welche das Eiweiss als Nährstoff besitzt, sondern in einer viel höheren; es ist unmöglich, mit diesen Stoffen das Eiweiss in seinen Funktionen zu vertreten, aber es kommt ihnen eine Wirksamkeit zu, ohne von Eiweiss begleitet zu sein: es sind Arbeit ersparende und in gewisser Richtung Kraft erhöhende Nährstoffe. Die beschränkten Begriffe von Nahrungsmitteln, die auf der Beobachtung der Vorgänge in dem Körper der Pflanzen- und Fleischfresser beruhen, müssen für den Menschen erweitert werden.

2.

Mit dieser Reihe von Sätzen hat Liebig sich seinem Ziele genähert. Betrachten wir den Gedankengang etwas genauer, so müssen wir dabei nicht nur das, was wir früher schon besprochen haben, ohne irgend einen Beweis annehmen, nämlich dass die Extrakte Bestandtheile des lebenden, mit der Blutcirculation im Zusammenhange stehenden Muskels sind, dass sie zur Zusammensetzung desselben nothwendig gehören, dass sie Bedingungen für die Thätigkeit desselben sind und endlich sogar das Kraftmaterial abgeben, sondern jetzt noch weiter, dass die mit der Nahrung aufgenommenen Muskelextrakte sich im Muskel ablagern und als Nahrungstoffe eintreten können und dass dann dieselben, weil sie nicht mehr aus Eiweiss erzeugt zu werden brauchen, Arbeit oder Eiweiss ersparen. Auch diese Voraussetzungen lassen sich durch Versuche widerlegen

a. Gehen wirklich die verzehrten Muskelextraktivstoffe als wahre Nährstoffe für ihre identischen Stoffe in den Muskel über? Liebig sagt, die einfachsten Beobachtungen dürften sehr bald über diese Wirkung jeden Zweifel beseitigen; diese Beobachtungen sind bereits gemacht. Wenn wir bei Stickstoffgleichgewicht, gleichviel ob wir reichlich oder schlecht genährt sind, Muskelextrakte verzehren, so erscheint um so viel mehr Stickstoff im Harn als im

resorbirten Extrakt enthalten war, es sind also offenbar die stickstoffhaltigen Stoffe des Extraktes nicht abgelagert worden. Giebt man Thieren Kreatin oder Kreatinin zu ihrem Futter oder kreatinhaltiges Fleisch als Nahrung, so treten diese Stoffe vollständig oder nahezu vollständig in den Harn über, obwohl vom Körper immer noch dazu Kreatin oder Kreatinin abgegeben werden. Man ist nicht im Stande, nach dauernder reichlichster Ernährung mit Fleisch (mit 3 Grm. Kreatin im Tag) mehr Extrakt oder Kreatin im Muskel eines Thieres zu finden als nach 38tägigem Hunger. Eine Verwendung der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Extraktes findet also nicht statt, man müsste analog eine Ernährung der Lunge durch das Lungenextrakt, des Gehirns durch das Hirnextrakt postuliren. Man könnte nur noch annehmen, die Extrakte hätten gewisse Wirkungen im Körper ausgeübt oder sie hätten durch ihre weitere Zersetzung zu einer grösseren Krafterzeugung beigetragen, was wir im nächsten Abschnitte noch discutiren werden.

b. Es lässt sich ferner darthun, dass die mit der Nahrung zugeführten Muskelextrakte nicht Eiweiss oder innere Arbeit ersparen, dadurch dass ohne sie Eiweiss zu ihrer Bildung dient. Gesetzt auch, es werde innere Arbeit zur Herstellung der Muskelextrakte verbraucht, während wir gewöhnlich glauben, es werde dabei Kraft entfesselt, so müsste, wenn diese Kraft nicht von der gewöhnlichen Eiweisszersetzung genommen würde wie die für die Arbeit des Darms, wo eben dann weniger für äussere Arbeit verfügbar bleibt, bei Zusatz von Extrakt zu einer extraktfreien Nahrung weniger Eiweiss zersetzt werden. Dies ist aber durchaus nicht der Fall; nicht nur beim Hunde, bei dem diese Wirkung gerade so gut hervortreten müsste, sondern auch beim Menschen wird dabei nicht weniger, sondern eher etwas mehr Eiweiss zersetzt. Man sollte denken, beim Hunger würde die Wirkung am meisten hervortreten, es würde gerade da das Eiweiss, aus dessen Zerfall das beim Hunger im Harn ausgeschiedene Kreatin oder Kreatinin hervorgeht, durch Extrakt erspart, und doch sieht man nichts dergleichen, ein Mensch zersetzt in diesem Falle nicht weniger Eiweiss und ein nur mit Fleischextrakt gefütterter Hund geht des grösseren Eiweissverbrauchs halber nach Kemmerich früher zu Grunde als ein gänzlich hungernder.

Die Unmöglichkeit einer Eiweissersparung durch das Extrakt in Folge von Arbeitsersparung ist in Uebereinstimmung mit allen meinen Erfahrungen über die Ursachen der Eiweisszersetzung; letztere ist abhängig von der Mächtigkeit des Stromes des cirkulirenden Eiweisses. Die Arbeit greift nicht direkt in diese Processe ein, und auch dann, wenn eine Arbeit erforderlich wäre und das zersetzte Eiweiss nicht weiter zureicht, wird nicht mehr Eiweiss verbraucht, sondern eben die Arbeit nicht ausgeführt; ebensowenig ändert eine schon gethane Arbeit den Fortgang der Eiweisszersetzung. Wenn also auch das Extrakt für den Bestand des Muskels absolut nöthig wäre und seine Zufuhr Ersatz für ausgeschiedenes oder verbrauchtes schaffen könnte, so würde dies nur den Reichthum an Extrakt im Muskel vermehren, jedoch niemals die gewöhnliche Zersetzung des Eiweisses hindern.[1]) Da nun fortwährend Eiweiss in den Organen zerfällt, so werden dadurch stets genug Zersetzungsprodukte gebildet, um sie auf ihrem Extraktgehalt zu erhalten, selbst noch nach 38tägigem Hunger, es wird sogar immer ein Ueberschuss davon im Harn entfernt; auch beim Ansatz von Muskelsubstanz aus Fleisch wird daneben soviel Eiweiss verbraucht, dass dies längst die Extraktmenge des Angesetzten deckt und die Extrakte des verzehrten Fleisches nicht zu Hülfe gezogen zu werden brauchen. Da aber der Muskel nach allen Erfahrungen nur eine gewisse Extraktmenge fasst, so wird das zugeführte Extrakt nicht in den Muskeln abgelagert, sondern ausgeschieden oder noch weiter zersetzt.[2])

---

1) Liebig sucht in ähnlicher Weise die von Bischoff und mir gefundene Eiweiss ersparende Wirkung des Leims zu deuten, er soll die Stelle von gewissen dem Organismus nöthigen, von ihm nicht näher bezeichneten Produkten vertreten, welche leichter aus dem Leim erzeugbar sind als aus Eiweiss, wodurch dem Thiere Arbeit und Eiweiss erspart wird. Liebig bedenkt nicht, dass der Stickstoff des Leims stets völlig in 24 Stunden im Harn als Stickstoff wieder erscheint, der Leim kann also nicht für andere Stoffe eintreten. Auch hier würde nicht weniger Eiweiss zersetzt werden, weil Arbeit erspart wird, der Leim wirkt vielmehr, weil er in den Strom der Ernährungsflüssigkeit eingeht und wegen seiner leichteren Zersetzbarkeit etwas Eiweiss schützt. Der Leim wirkt ganz anders als das Extrakt; er erspart nach den hierüber angestellten Versuchen immer Eiweiss, das Extrakt dagegen nicht.

2) Nach meinen und Meissner's übereinstimmenden Untersuchungen denke ich mir über die Entstehung und das Schicksal des Kreatins, das im Allgemeinen

c. Es ist nach diesen Auseinandersetzungen nicht richtig, dass die ins Blut resorbirten Pflanzenalbuminate zur Ueberführung in Fleisch mehr Albuminate voraussetzen, als das Thieralbumin in der Form von Fleisch, und darum die Pflanzenfresser einer grösseren Masse von Albuminaten zur Erhaltung und Vermehrung ihres Körpergewichtes bedürfen. Liebig betrachtet als ein ziemlich sicheres Anzeichen, wieviel mehr Arbeit und Material der Pflanzenfresser für die Fleischerzeugung verbraucht, eine von Bischoff und mir am Hunde beobachtete Erscheinung, die in gleichem Grade beim Pflanzenfresser nicht vorkomme. Ein durch Brodfütterung herabgekommener Hund von 34 Kilo soll bei Fütterung mit 1800 Fleisch am ersten Tage um 600 Grm. an Gewicht zugenommen und ein ganzes Drittel des genossenen Fleisches angesetzt haben; bei der Mästung des Rindviehes gebe man dagegen für 1 Pfund Gewichtszunahme die 4—6fache Menge von Albuminaten im Futter. Wahrscheinlich meint Liebig damit die Reihe vom 9.—16. Nov. 1858, wo bei Darreichung von 1800 Fleisch allerdings ein Ansatz von 582 Fleisch am ersten Tage stattfand, das Körpergewicht jedoch nicht um 600 Grm. zunahm, sondern um 310 Grm. abnahm; es gehört bekanntlich zu den von Bischoff und mir gefundenen Thatsachen, dass der Körper bei ungenügender Ernährung wässriger wird und dann beim Uebergang zu besserer Kost dies Wasser unter Abnahme des Körpergewichts trotz des Ansatzes von Fleisch im Harn wieder abgiebt. Der starke Fleischansatz ist nicht auffallend, wie Liebig meint, sondern für den, der die Vorgänge im Thier-

als Repräsentant der Muskelextraktivstoffe betrachtet werden kann, Folgendes. Bei der beständig vor sich gehenden Eiweisszersetzung in den Organen während des Durchgangs der Ernährungsflüssigkeit entstehen für jedes Organ charakteristische Zersetzungsprodukte, im Muskel unter anderen Kreatin. Je nach den Kreislaufsverhältnissen können kleinere oder grössere Mengen dieser Produkte in den Organen sich ansammeln Der Gehalt an Kreatin im Muskel bleibt für gewöhnlich gleich und das neu zukommende oder ein entsprechender Antheil des alten wird im Harn entfernt; auch bei kreatinfreier Nahrung, z. B. bei Pflanzenfressern und beim Hunger wird Kreatin gebildet und zwar im Allgemeinen proportional der Grösse des Eiweissumsatzes im Körper, nur bei Verlust von Muskelsubstanz bei Hunger tritt selbstverständlich mehr, bei Ansatz weniger im Harn auf. Bei Zufuhr von Kreatin, als solches oder in Muskelfleisch, geht die gesammte Menge in den Harn über.

leib kennt, leicht erklärlich; das Thier hatte nämlich in der vorausgehenden langen Brodreihe 3717 Fleisch vom Körper verloren und lagerte, daher bei dem plötzlichen Sprung auf 1800 reines Fleisch in der Nahrung am ersten Tage viel Fleisch ab; ein Vergleich mit dem Pflanzenfresser ist hier gar nicht zulässig, da dieser bei der Mast nicht von einem Tag zum andern die 7fache Menge Eiweiss resorbirt und nicht nur eiweissartige Substanz, sondern stets stickstofffreie Stoffe in Ueberschuss bekömmt, wobei er aber wochenlang ansetzt, während der Hund am 3. Tage trotz der grossen Fleischmenge ins Stickstoffgleichgewicht gelangt war; wenn ein Fleischfresser eine ähnliche Mischung stickstoffhaltiger und stickstofffreier Stoffe erhält, wie ein Pflanzenfresser, so ist der Ansatz auch ähnlich; ein Hund setzte z. B. bei 500 Fleisch und 250 Fett (5. Dez. 1857 bis 6. Januar 1858) in 32 Tagen 1794 Fleisch an, d. h. im Tag 56 Grm. und für diesen Ansatz waren 16000 Fleisch in der Nahrung nöthig, also die 9fache Menge. Man sieht, wie wenig umsichtig Liebig diese Ernährungsversuche behandelt hat.

IV.

Aus den Ideen Liebig's über die Bedeutung der Extraktivstoffe des Muskels ergeben sich die Folgerungen für den Werth des im Handel vorkommenden Fleischextraktes von selbst und er konnte daher beinahe ganz darüber hinweggehen, obwohl die Erlangung einer richtigen, auf wissenschaftlicher Basis begründeten Anschauung über den Werth des Fleischextraktes eine Hauptveranlassung für ihn war, sich über die Quelle der Muskelkraft auszusprechen.

Er hält es für völlig unverständlich, warum der Werth der Extraktivstoffe des Fleisches für die Diätetik nicht längst als festgestellt betrachtet wird, während die Bekanntschaft mit der Wirkung dieser Stoffe in der Form von Fleischbrühe seit Hippocrates bemessen werden müsse und er bricht in die Klage aus, dass jetzt, wo seine Wünsche über die Nutzbarmachung des Fleischüberflusses Südamerika's in der Form von Fleischextrakt für die europäische Bevölkerung sich verwirklicht hätten, die Wirkung der Fleischbrühe bestritten werde, wie wenn es ein neues, nie dagewesenes Ding wäre. Die Wirkung der Fleischbrühe wird jedoch von Niemand geleugnet,

man ist nur im Streit darüber, welcher Art diese Wirkung ist, und hierüber hat Liebig selbst im Laufe von 23 Jahren sehr verschiedene Ansichten aufgestellt.

Nachdem Chevreul in der Fleischbrühe und den leimhaltigen Suppentafeln der holländischen Compagnie das Kreatin gefunden hatte, bemühten sich Proust und Parmentier ächtes Fleischextrakt ohne Leim herzustellen und sie gaben dazu ein Verfahren an, das von dem jetzigen in Nichts abweicht, indem sie die Entstehung des Leims durch Ausziehen mit mässig erwärmtem Wasser vermieden; zugleich priesen sie mit den beredtesten und wahrsten Worten die Wirksamkeit desselben mit etwas Wein als Stärkungsmittel für die verwundeten Soldaten. Liebig wurde auf das von Proust hergestellte Fleischextrakt bei Gelegenheit seiner chemischen Untersuchung über das Fleisch (1847), welche uns die wichtigsten Bestandtheile des Fleisches kennen lehrte, aufmerksam, und empfahl dabei den Vorschlag Parmentier's und Proust's den Regierungen zugleich für die Verproviantirung von Schiffen und Festungen. Er erwarb sich auch in der Folge die grössten Verdienste um die weitere Bekanntmachung des Proust'schen Extraktes und namentlich um Verwerthung der Heerden überseeischer Länder zur Herstellung desselben.

Ausserdem bemühte sich Liebig, die Ursache der Wirkung des Fleischextraktes zu erfassen.

1.

Bei seiner ersten Arbeit über das Fleisch folgert er S. 108 und 109 aus der constanten Beschaffenheit der Fleischflüssigkeit aller Thiere, dass die Menge und Natur der Bestandtheile derselben zu den Funktionen der Muskeln nothwendig sind und dass in der Beurtheilung der Ernährungsfähigkeit einer Speise die Zusammensetzung des Blutes nicht zum Anhaltspunkt gewählt werden dürfe, weil noch einige Faktoren mit in Rechnung genommen werden müssten, die im Blute fehlen oder nur in geringer Menge darin vorhanden sind. Da ausserdem im Magensafte von Lehmann Milchsäure und von Anderen Phosphorsäure gefunden wurde, und nach Tiedemann und Gmelin das Alcoholextrakt des Magensaftes in seinen Reaktionen

mit dem Alcoholextrakte der Fleischbrühe identisch sein soll, so scheint Liebig die Aehnlichkeit des Magensaftes mit den Bestandtheilen der Muskelflüssigkeit in die Augen springend, und er erklärt sich dadurch den Antheil einer guten Fleischbrühe an der Genesung abgemagerter Kranken, deren Blut oder Muskelsubstanz nicht in zureichender Menge die für die Verdauung nöthigen Stoffe für eine rasche Wiederherstellung der verlorenen Körpertheile liefern kann. In dem ersten Satze scheint die Möglichkeit eines Ersatzes der nothwendigen Muskelextraktivstoffe durch Zufuhr der entsprechenden Stoffe in der Nahrung angedeutet zu sein; dem zweiten Satze nach wirkt das Fleischextrakt, indem es Magensaft bildet, was später nach genauerer Bekanntschaft mit den Bestandtheilen des Magensaftes von ihm nicht mehr wiederholt wird

In den chemischen Briefen (z. B. 3. Aufl. 1851. S. 509 etc. etc.) ist die Bedeutung der Bestandtheile der Fleischbrühe als Nahrungsstoffe für die entsprechenden Bestandtheile des Muskels entschieden dargelegt. Liebig weist hier zur Erklärung der Wirkung dieser für den Lebensprocess wichtigen Stoffe im Muskel auf die Aehnlichkeit des Kreatins und Kreatinins mit den stickstoffhaltigen organischen Basen des Pflanzenreichs, welche alle ohne Ausnahme eine Wirkung auf das Nervensystem haben und zu welchen das Thein, das Caffein und die furchtbarsten Gifte und wirksamsten Arzneien gehören, hin, und es scheint ihm namentlich mit dem Uebergang des Kreatins in Kreatinin eine Wirkung verbunden zu sein; wir wissen aber jetzt, wie ich vorher mitgetheilt habe, dass das Kreatinin im lebenden Muskel wahrscheinlich gar nicht vorkommt, sondern sich wohl erst in der Niere bildet und dass weder Kreatin noch Kreatinin eine Wirkung wie die organischen Alcaloide besitzen. Da der Fleischsaft (mit Eiweiss) die Nahrung des Muskels und die nächste Bedingung der Krafterzeugung ist, so sucht Liebig auch in der Fleischbrühe (ohne Eiweiss) ein Mittel zur Hebung der erschöpften Kräfte. Nur die Extrakte des Fleisches fehlen der vegetabilischen Nahrung; letztere muss daher zum Uebergang in Fleisch zeitraubende Veränderungen erleiden, die noch dazu mit einem Aufwand von organischer Kraft verbunden sind, während im Fleisch alle Produkte bereits fertig vorliegen, wodurch es den hohen Werth

als Nahrungsmittel empfängt. Dies Alles ist in der That in vollkommener Uebereinstimmung mit Liebig's neuerdings ausgesprochenen Anschauungen.

Sehr verschieden davon sind nun die Ansichten, welche Liebig in einigen Zeitungen[1]) (1868) und in seinem Aufsatze in Auerbachs Volkskalender (1869) entwickelt hat.

S. 148 von Auerbachs Volkskalender heisst es: „Ueber die Wirkung der Genussmittel: des Caffee's, Thee's, der Fleischbrühe, des Tabaks, Betels etc. auf den Lebensprocess und den Gesundheitszustand hat man bis jetzt nur Vermuthungen; was wir mit Bestimmtheit wissen, ist, dass sie keine Nährstoffe sind oder solche nicht in einer Menge enthalten, dass man sie bei der Ernährung in Rechnung ziehen kann.“ Ferner S. 149: „eine Tasse Fleischbrühe hat häufig eine kräftigende Wirkung, nicht darum, weil ihre Bestandtheile Kraft erzeugen, wo keine ist, sondern weil sie auf unsere Nerven so wirken, dass wir der vorhandenen Kraft bewusst werden und empfinden, dass diese Kraft verfügbar ist. Bei wirklicher Schwäche wirkt die Fleischbrühe nicht kräftigend.“ Und endlich S. 152: „wenn beim Auslaugen oder Kochen des Fleisches das Wasser nur diese (organischen) Extraktivstoffe auszöge, so würde der Nährwerth des Fleisches nicht geringer als vorher sein; es kommt der Fleischnahrung neben dem Nährwerth noch eine andere, ganz eigene Wirkung auf das Nervensystem zu, die man ziemlich unbestimmt mit Spannung — Tonus — Energie bezeichnet, und darüber, dass diese Wirkung den (organischen) Extraktivstoffen angehört, besteht kein Zweifel; die Extraktivstoffe des Fleisches bedingen sonach den Fleischwerth des Fleisches, womit ich hier den Werth, welcher der Fleischdiät eigen ist, oder die Wirkungen, die sie von der vegetabilischen Nahrung sehr wesentlich unterscheiden, bezeichnen will.“ Es wird also hier auf's Entschiedenste dem Extrakt jeder Nährwerth abgesprochen; die organischen Stoffe desselben wirken als Genussmittel auf die Nerven und bringen dadurch die dem Fleische eigenthüm-

1) Cölnische Zeitung 1868. Nr. 154; Beilage zum „Staatsanzeiger für Württemberg“ 1868. Nr. 127.

liche Wirkung hervor, wenn auch die Salze des Extraktes, die auch in den Vegetabilien sich finden, in gewissen Fällen als Nährsalze dienen können.

In den genannten Zeitungsartikeln sind wieder etwas andere Angaben enthalten. Die Fleischbrühe ist darnach ein Genussmittel und ein Nahrungsmittel. Als Genussmittel wirkt sie wie Thee oder Kaffee, welche für fleischarme Länder Surrogate der Fleischbrühe sind; wie sie als Nahrungsmittel wirkt, bleibt etwas unklar. Man liest daselbst: die Fleischalbuminate für sich ernähren nicht, auch das Extrakt für sich nicht; die Fleischbrühe enthält also gewisse Stoffe, welche die Fleischalbuminate erst ernährungsfähig machen und die letzteren müssen dabei sein, wenn die Bestandtheile der Fleischbrühe zur Ernährung dienen sollen. Es ist aber nicht ausgesprochen, welchen Stoffen der Brühe, den organischen oder den anorganischen, die Rolle als Nahrungsmittel zukommen soll. Es heisst ferner: das Fleisch unterscheidet sich von allen vegetabilischen Nahrungsmitteln durch seinen Gehalt an (organischen) Extraktivstoffen und diesen muss die der Fleischnahrung eigene Wirkung auf das Nervensystem, die man ziemlich unbestimmt mit Spannung — Tonus — Energie bezeichnet, zugeschrieben werden, daher man durch Zusatz von Fleischextrakt zu vegetabilischer Nahrung Speisen darstellen kann, die wie Fleischspeisen wirken. Ich nehme daher an, dass hier nur den unorganischen Stoffen des Extrakts der Nährwerth zugeschrieben wird, da die Fleischalbuminate durch Zusatz der Salze diesen wieder empfangen; somit wäre diese Mittheilung so ziemlich in Uebereinstimmung mit der in Auerbachs Volkskalender vom selben Jahre, und die eigenthümliche Wirkung des Fleisches käme den Extrakten als Genussmittel zu.

2.

Bei meinen Untersuchungen über die Ernährung hatte ich einige Erfahrungen gemacht, welche mehrere von Liebig ausgesprochene Vermuthungen über die Wirkung des Fleischextraktes nicht bestätigten; es handelte sich jedoch anfänglich nur um nebensächliche Dinge.

a. Liebig hatte (Volkskalender S. 153) gesagt, Suppen, Brod, Gemüse, Mehlspeisen, Schinken, Käse etc. etc. fehle etwas an ihrem Nährwerth in Folge des Mangels an Nährsalzen; das Brod z. B. werde darum nicht vollständig verdaut, es gebe den meisten Koth, und so liessen denn alle genannten Speisen ein Residuum; er hatte schon früher (S. 141) in diesem Sinne ausgesprochen, das Ei verdaue ein Hund nicht wegen der unrichtigen Zusammensetzung der Salze in ihm und dem ausgelaugten Fleische fehlten die Bedingungen zu seiner Verdaulichkeit, ein geringer Zusatz von Erbsen zu dem stärkereichen Futter der Schafe bringe zum Theil durch den Reichthum an Nährsalzen eine grössere Verwerthung des Stärkmehls hervor, oder der Mangel an gewissen Nährsalzen erkläre vielleicht die geringe Aufnahme der Albuminate aus Stroh und Heu. Durch Zusatz der fehlenden Salze z. B. in der Form von Fleischbrühe könnte man dem Uebelstand abhelfen. Es wäre in der That von der grössten Tragweite gewesen, wenn der Mangel an Nährsalzen in den Speisen momentan eine Substanz unverdaulich gemacht hätte und man durch Zufügung der ersteren die Aufnahme der letzteren bewerkstelligen könnte; der Werth des Fleischextraktes wäre dadurch ausserordentlich gesteigert worden, namentlich für die Verdauung und Resorption der so viel Koth liefernden vegetabilischen Nahrungsmittel, z. B. des Brodes. Liebig forderte daher im Herbst 1867 Herrn Dr. E. Bischoff auf, in meinem Laboratorium Versuche über den Einfluss des Fleischextraktes auf die Verdauung des Brodes am Hunde zu machen. Die Versuche ergaben das von mir vorausgesagte Resultat, dass dadurch die Aufnahme von Brod im Darm nicht gesteigert und der Verbrauch von Eiweiss im Körper nicht geändert wird. Dr. Fr. Hofmann hat das Gleiche für den mit Vegetabilien ernährten Menschen bestätiget. In der neueren Publikation Liebig's ist von einer Verstärkung der Ausnützung im Darm durch das Fleischextrakt nicht mehr die Rede.[1])

1) Liebig sagt jetzt, es hätten diese Versuche, wie sich durch richtigere Beurtheilung bereits bekannter Thatsachen hätte voraussehen lassen, keinen Erfolg gehabt, weil sie an der Natur des Carnivoren gescheitert seien; das Thier hätte die für seinen Bedarf erforderliche Menge der vegetabilischen Nahrung

b. Ein anderer Punkt betraf die Ueberführung der vegetabilischen Nahrung in Fleischnahrung durch das Extrakt. Liebig meint, da die Vegetabilien die gleichen Stoffe enthalten wie das

---

nicht fressen und das gefressene Stärkmehl nicht vollständig genug verdauen können. Diese Einwände sind unbegründet. Wenn das Brod in Folge des Mangels an Nährsalzen nicht vollständig verdaut wird und darum den meisten Koth gibt, so muss sich dies beim Carnivoren, der sich unter Umständen von Brod allein nährt, ebenso zeigen wie bei dem Menschen. Der Hund hat von der 3. Reihe an so viel Brod gefressen, dass er bei besserer Auslaugung im Darm nicht nur seinen Bedarf hätte vollständig decken, sondern sogar an Masse zunehmen können; von der 5. Reihe an gab er täglich nur 11—19 Fleisch = 3—5 trockene Substanz von seinem Körper her. Reicht man einem Hunde, der bei einer gewissen Brodzufuhr noch Eiweiss vom Körper verliert, das Eiweiss dieser Brodmenge in der Form von Fleisch und das Stärkmehl derselben als solches, so setzt er sogar Eiweiss an, es war also die Resorption des Eiweisses des Brodes im Darm eine unvollkommene. Aber ganz abgesehen davon, so wäre es doch sehr sonderbar, wenn das Extrakt die Ausnützung im Darm nur dann befördern sollte, wenn der Körper sich mit der ihm zugeführten Kost erhält; und nur um den Einfluss des Extrakts auf die Resorption des Brodes im Darm des Hundes handelte es sich bei Dr. Bischoff's Versuchen und nicht um Beurtheilung des Nährwerths der vegetabilischen Nahrungsmittel oder um die Bedeutung des Extraktes für die Verbesserung der Pflanzennahrung überhaupt. Liebig sprach ausserdem nicht nur von einer Verbesserung der Verdauung der Vegetabilien, sondern auch der Eier und der Fleischalbuminate; reine Fleischalbuminate ohne Nährsalze werden aber nach Dr. J. Forsters Untersuchungen in derselben Menge aufgenommen wie in der Form von Fleisch; hiefür wird wohl der Hund das geeignete Versuchsobjekt sein. Dass aber das am Hunde Gefundene auch auf den Menschen Anwendung hat, das beweisen die Versuche von Herrn Dr. Fr. Hofmann bei mit Vegetabilien ernährten Menschen.

Liebig rechnet noch aus, dass der Hund bei Brodkost Mangel an Respirationsmaterial gelitten, was er vom Körper zugeschossen hätte. Er nimmt zu dem Zwecke die von Bischoff und mir ausgeführte 40tägige Versuchsreihe, wo der Hund im Mittel im Tag nur 771 Brod frass; nach Berücksichtigung des Stickstoffs des Darmsekrets habe der Hund die Brodalbuminate bis auf 6.5% verdaut. Dies ist annähernd richtig; nimmt man, wie meine neueren Untersuchungen ergeben, für den Tag 10 trockene Substanz mit 6.5% Stickstoff als Darmsekret, so wären 8.5% Eiweiss nicht aufgenommen worden; aber auch die Stärke wird in diesem Falle bis auf 9.4% resorbirt, wenn man von der trockenen Kothmenge das Darmsekret, die Asche und das Brodalbuminat abzieht. Bei anderen Versuchen, bei denen mehr Brod verzehrt wurde, wurde entsprechend mehr im Koth entleert; bei den Versuchen Dr. Bischoff's enthielt der Koth etwa 10% der zugeführten Brodalbuminate, in dem von ihm (S. 473) angegebenen Versuche sogar 18%.

Da nun unser Hund täglich aus dem Brod nur für 257 Fleisch und 125 Fett (24 Stärkmehl = 10 Fett) resorbirte, so schliesst Liebig, dass diese Ration für

Fleisch, bis auf die Extraktivstoffe, so kämen letzteren die eigenthümlichen Wirkungen der Fleischkost zu, und man könnte also durch Zusatz von Fleischextrakt zur Pflanzennahrung Speisen darstellen, die im Körper geradeso wie Fleischspeisen wirken. Im Allgemeinen wird man sich mit diesem Satze wohl einverstanden erklären können; denn wenn man in der Pflanzenkost unter Zusatz von Extrakt dieselben Stoffe in die Säfte bringt, wie durch Fleischkost, so wird man auch dieselbe Wirkung im Körper erhalten, gleichgültig welche Ansicht man über den Werth des Extraktes

ihn nicht genügend war, indem er einen Vergleich mit nochmal so schweren Menschen, Holzknechten in Reichenhall, welche im Tag in Brod und Schmalz 540 Fleisch und 626 Fett erhielten, anstellte; der Hund hätte also darnach, auf gleiches Gewicht reducirt, nahezu dieselbe Menge Fleisch, jedoch 2½mal weniger Fett erhalten, also mangelte ihm bei der Brodkost nicht das Eiweiss, sondern das Respirationsmaterial. Dieses Beispiel zeigt recht klar, welche Kluft zwischen dem Standpunkte Liebig's und dem meinigen besteht. Ich will absehen von der Unmöglichkeit, aus dem Bedürfniss eines Menschen das eines Hundes zu bestimmen; ferner davon, dass er beim Hunde das Resorbirte in Rechnung bringt, beim Menschen dagegen das in den Magen Aufgenommene, wovon natürlich bei der grossen Brodmenge ein ansehnlicher Theil im Kothe entfernt wird, wodurch sich dann die Unsumme von 626 Fett neben 540 Fleisch ergiebt, während der von Pettenkofer und mir beobachtete kräftige Arbeiter in vorwiegender Fleischkost im Tag nur 568 Fleisch und 264 Fett erhielt, und ein Brauknecht der Sedlmayr'schen Brauerei 1033 Fleisch und 269 Fett. Aber Jedermann wird zugeben, dass solche Rechnungen, denen noch dazu ganz falsche Voraussetzungen zu Grunde liegen, die Ergebnisse von Versuchen nicht umstossen können. Bei allen meinen Fütterungen mit Brod, bis auf eine, bei der das Thier sehr grosse Quantitäten von Brod frass, fand eine Abgabe von Fleisch vom Körper statt; eine Abgabe von Fett dagegen findet nach Pettenkofer und mir nicht statt (Annal. der Chem. u. Pharm. II. Suppl.-Bd. Heft 1 S. 53); in dem Respirationsversuche Nr. 6 erhielt der Hund 800 Brod und er schied in 410 Harn 21.3 Harnstoff und 6.0 Kohlenstoff, in 68.7 trockenem Koth 2.0 Stickstoff und 32.5 Kohlenstoff, in 580.2 Kohlensäure 158.2 Kohlenstoff aus; daraus ergibt sich also:

		N	C
Ein:	im Brod:	10.24	195.0
Aus:	im Harn:	9.94	6.0
	im Koth:	2.01	32.5
	in Haut u. Lungen:	—	158.2
		11.95	196.7
Differenz:		— 1.71	— 1.7

d. h. es fand bei Brodkost eine Abgabe von 50 Fleisch mit 6.3 Kohlenstoff und keine Abgabe von Fett statt. Dabei bleibt es, bis ein Versuch darthut, dass wir im Unrechte sind.

haben mag. Es frägt sich aber, ob zwischen der Fleisch- und Pflanzenkost kein anderer Unterschied besteht als der in den Extraktivstoffen, und ob den Extrakten also ausschliesslich die eigenthümliche Wirkung der Fleischkost zugemessen werden muss. Solche Differenzen, welche durch Fleischextrakt nicht aufgehoben werden, bestehen nun.

Die Pflanzenkost macht viel mehr Koth als die Fleischkost wegen der ungenügenden Auslaugung der in mehr oder weniger feste Gehäuse eingeschlossenen Pflanzenstoffe und des raschen Durchgangs der Amylaceen durch den Darm. Führt man daher die gleiche Albuminatmenge in der Form von Fleisch oder Vegetabilien ein, so wird im letzteren Falle viel weniger davon resorbirt; nach den Versuchen von Dr. Fr. Hofmann am Menschen wurde trotz gleicher Eiweissmenge der Nahrung aus der animalischen Kost nochmal so viel Eiweiss im Darm aufgenommen als aus der vegetabilischen, bei welcher 47 % des eingeführten Stickstoffs unbenützt im Koth wieder abgingen. Dieser Unterschied wird durch das Fleischextrakt nicht verwischt.

Man könnte daher meinen, die beiden Kostarten hätten natürlich nur dann den gleichen Effekt, wenn aus beiden gleich viel Albuminat resorbirt wird oder genügende Mengen von Albuminat vorhanden sind, aber dann darf man nicht sagen, dass durch Zusatz von 1 Pfd. Fleischextrakt 64—70 Pfd. Brod, 30—36 Pfd. Hülsenfrüchte, 150 Pfd. Mais, 120 Pfd. Reis, 63 Pfd. Hirse, 300 Pfd. frische Kartoffeln den gleichen Ernährungswerth wie 34 Pfd. Muskelfleisch empfangen, da man nicht weiss, wieviel von diesen mit dem Koth wieder abgeht[1]); ich habe mir übrigens auch

---

1) Es wäre gewiss nicht unnütz gewesen, jene Voraussetzung, dass Pflanzenkost nur dann durch das Extrakt zu Fleischkost wird, wenn in ihr genügende Mengen verdaulicher Albuminate sich befinden oder sie überhaupt für sich schon nährt, so sehr als möglich hervorzuheben. Die Missverständnisse über den Werth des Extraktes unter Laien und Aerzten sind nur durch solche Voraussetzungen hervorgerufen worden. Soll ein Laie nicht glauben, wenn es heisst: „man kann daher einer Brühe von Erbsen, Bohnen, Kartoffeln, Mehl, Brod, Gerste, Reis, Wurzeln oder Suppengemüsen durch den Zusatz dieses Extraktes den vollen Nahrungswerth des frischen Fleisches geben", er habe genügende Fleischnahrung, wenn er zu einem Teller Reissuppe etwas Extrakt setzt, soll er voraussetzen können, dass er dies erst hat, wenn er viele Liter davon geniesst. Oder ist es für einen Laien nicht Missverständnissen ausgesetzt und meint er nicht, er habe

nicht klar machen können, auf welche Weise obige Zahlen erhalten worden sind, denn 34 Pfd. Fleisch enthalten (bei 3.40%) 578 Stickstoff, 70 Pfd. Brod (bei 1.28%) 448, 36 Pfd. Hülsenfrüchte (bei 3.73%) 671, 150 Pfd. Mais (bei 1.50%) 1125, 120 Pfd. Reis (bei 1.19%) 714, 63 Pfd. Hirse (bei 1.88%) 592 und 300 Pfd. Kartoffeln (bei 0.36%) 540. Sollte Liebig wirklich im Ernste glauben, dass 300 Pfd. Kartoffeln durch 1 Pfd. Extrakt den gleichen Ernährungswerth wie 34 Pfd. Fleisch erhalten?

Dann kommt bei der Pflanzennahrung noch die grössere Darmarbeit in Betracht, auf die ich früher schon hingewiesen habe. Auch diese wird durch den Zusatz von Extrakt nicht kleiner und sie bedingt daher einen bleibenden Unterschied in den beiden Regimen, es muss auch bei Zufügung des Extraktes der Antheil, der auf äussere Arbeit verwendet werden kann, bei der Fleischdiät grösser sein.

Ein Drittes ist der raschere Uebergang des Fleischalbuminates in die Säfte. Je mehr in der Zeiteinheit Eiweiss eintritt, desto grösser ist die Zersetzung, desto grösser also auch die im Moment mögliche Arbeitsleistung. Liebig selbst hat früher diesen wesentlichen Unterschied betont. In Auerbachs Volkskalender (S. 135 und 136) schreibt er: „für die Art der Arbeit ist es nicht gleichgültig, in welcher Form der arbeitende Mann die Albuminate in seinen Speisen geniesst und es ist in dieser Beziehung der Rang, den das Fleisch oder die Fleischnahrung unter den Speisen der Menschen einnimmt, von den Physiologen nicht gehörig gewürdigt worden. Das Fleisch enthält die Albuminate, welche die Fleischerzeuger sind, in der löslichsten Form, es wird in der kürzesten Zeit verdaut und nimmt für seinen Uebergang in das Blut die geringste Arbeit in Anspruch. Es ist aber selbstverständlich, insoferne

---

eine genügende Nahrung, wenn man ihm sagt: „auf eine Brodschnitte gestrichen, verleiht es (das Extrakt), derselben den Nahrungswerth des Fleisches; auf Reisen oder bei anderen Gelegenheiten, wo es schwierig ist, sich eine andere Mahlzeit zu verschaffen, genügt es mit einigen Biscuits, einem Topfe Fleischextrakt und etwas Salz versehen zu sein, um eine ganz sättigende Nahrung zur Hand zu haben"; enthalten etwa die Paar Biscuits genügende Mengen von Albuminaten und stickstofffreien Stoffen, welche doch in der Nahrung sein müssen, wenn man die Extrakte auch das Kraftmaterial sein lässt.

die Wirkung der Speisen abhängig ist von ihrem Uebergange in Blut, dass sie der Zeit nach im Verhältniss steht zur Schnelligkeit dieses Ueberganges. Die Erfahrung zeigt, dass mit einer energischen Arbeit, das ist mit einer Arbeitsleistung in kürzester Zeit, eine rein vegetabilische Diät sich nicht verträgt. Der Brauknecht verzehrt im Fleische einen Nährstoff, der zu seinem Uebergange in den Körper ein Minimum von innerer Arbeit in Anspruch nimmt, und empfängt in den Albuminaten des Fleisches in weniger als 3 Stunden einen Vorrath von Kraft in seinem Körper, der ihm gestattet, nach Willkühr darüber zu verfügen. Der Holzknecht im bayerischen Gebirge muss hingegen 8—10 Stunden darauf warten, bis die Bestandtheile seines Mahles zur vollständigen Wirkung kommen.“ Ich brauche diesen Worten nichts hinzuzufügen, sie thun besser, als ich es vermag, eine Differenz in dem Wirkungswerth der Pflanzen- und Fleischdiät dar, die das Extrakt nicht ändert.

Ganz wesentlich für die Grösse der Zersetzung und Kraftentwicklung im Thierkörper ist ferner das Verhältniss der stickstofffreien Stoffe zum Eiweiss. Je mehr stickstofffreie Stoffe vorhanden sind, desto weniger wird umgesetzt; in der animalischen Nahrung findet sich nun in den meisten Fällen relativ viel mehr Eiweiss als in der Pflanzennahrung, in welcher die Kohlehydrate die vorwiegenden Bestandtheile sind. Bei Fleischnahrung wird desshalb in der Regel wenig angesetzt, die Pflanzenfresser dagegen dienen uns zur Mast. Wenn man also die nämliche Wirkung im Körper haben will, muss die Zersetzung die gleiche sein und man muss daher nicht nur auf die gleiche absolute, sondern auch auf die gleiche relative Menge des absorbirten Eiweisses achten. Da nun in der Pflanzennahrung meistentheils verhältnissmässig mehr stickstofflose Stoffe eingeführt werden, so wird man davon auch einen anderen, geringeren Effekt im Körper erwarten dürfen, als von der Fleischnahrung. Auch auf diesen vierten Unterschied übt ein Zusatz von Fleischextrakt keinen Einfluss aus.

Endlich ist auch die absolute Menge des resorbirten Eiweisses entscheidend, da sie vor Allem die Grösse der Zersetzung im Körper bestimmt. Wenn wir die Wirkungen der Fleischkost wahrnehmen, so ist immer auch viel Eiweiss aufgenommen worden, meist viel

mehr als bei der Pflanzennahrung; es darf uns dann nicht Wunder nehmen, andere Folgeerscheinungen zu sehen.

Alle diese Momente rufen höchst bedeutende Unterschiede in den Wirkungsgrössen der vegetabilischen und animalischen Diät hervor und wir machen daher einen fehlerhaften Schluss, wenn wir die Differenzen nur auf die Extraktivstoffe beziehen.

Wir haben kein Recht, das, was wir Tonus — Energie oder Spannung — nennen, gerade den Extraktivstoffen zuzuschreiben. Nur dann, wenn in beiden Diätarten absolut und relativ gleich viel in das Blut gelangt ist, und die Zersetzung in der Zeiteinheit, sowie die innere Arbeit die nämliche war, und wir dann den Tonus oder die Energie bei der Aufnahme von Vegetabilien nicht hätten, sie aber durch das Fleischextrakt erhalten würden, dann wäre erst dargethan, dass die Extraktivstoffe diese Rolle spielen. Davon sind wir aber noch weit entfernt; einstweilen ist es viel wahrscheinlicher, die Energie und Kraftfülle des Fleischfressers auf den bei gleicher Eiweisseinnahme grösseren Stoff- und kleineren inneren Kraftverbrauch zurückzuführen als auf die Extrakte, von deren Wirkung wir noch nichts Näheres wissen, deren Wirkungen als Genussmittel ich jedoch nicht läugne. Aus den angegebenen Gründen ist ein Fleischfresser bei Fütterung mit wenig Fleisch und viel Fett bei Erhaltung seines Körperzustandes und Zusatz von Fleischextrakt nicht lebendig, sondern träge; ein Mensch, dem man zur ausreichenden Pflanzennahrung Extrakt zusetzt, bekömmt dadurch nicht die der Fleischkost eigenthümlichen Folgeerscheinungen in Beziehung der Lebhaftigkeit und der Kraftleistung; gibt man dagegen Pflanzenfressern viel Eiweiss, z. B. einem Pferde eine tüchtige Portion Hafer, so hat man ohne Fleischextrakt die vollen Wirkungen der animalischen Nahrung.

Der Fleischwerth des Fleisches, d. i. der Werth, welcher der Fleischdiät eigen ist, oder die Wirkungen, die sie von der vegetabilischen Nahrung sehr wesentlich unterscheiden, rühren nicht nur von den Extraktivstoffen her, die vielleicht nur einen geringen Antheil daran haben; sie sind vorzüglich bedingt durch den Nährwerth des Fleisches, d. i. durch die bessere Ausnützung desselben, den rascheren Uebergang des Eiweisses, den absolut und relativ

grösseren Eiweissgehalt, die grössere Zersetzung und die geringere innere Arbeit. Nur dann, wenn wir bei Pflanzenkost dies Alles wie bei der Fleischkost erreichen könnten, hätten wir dieselbe durch Zusatz der Extraktivstoffe des Fleisches in ihrem Wirkungswerth in Fleisch verwandelt; da wir dies aber vorläufig nicht vermögen, so erhalten wir durch Zusatz von Extrakt zur Pflanzenkost nur die einfache Wirkung des Fleischextraktes, aber nicht die des Fleisches. Die angegebenen Differenzen bedingen auch bei gleicher Albuminatmenge den niedrigeren Preis der Pflanzennahrung; wir bezahlen in dem hohen Preise des Fleisches durchaus nicht nur, wie Liebig in der Cölnischen Zeitung meint, das Extrakt.

Vermöchten wir auch der Pflanzennahrung durch das Extrakt den vollen Werth von Fleisch zu ertheilen, so wäre wohl von einer Geldersparniss oder einem ökonomischen Werthe nicht mehr die Rede. Um in diesem Falle einer Pflanzennahrung den Werth von 500 Fleisch mit 16.9 Extrakt zu verleihen, müsste man (bei 20% Wasser) 21.1 Fleischextrakt um 15 Kreuzer kaufen; für 15 Kreuzer bekommt man aber 467 Fleisch vom Metzger mit 353 reinem Fleisch. Es möchte doch immer vortheilhafter sein, statt der Extraktmenge von 100 Fleisch 70 Fleisch mit Eiweiss zu verzehren, dem noch Fett und Knochen anhängen, wobei man dann von der Pflanzennahrung abziehen kann; auch ist es einstweilen sicherer, das Eiweiss und die Extrakte von 70 Fleisch zuzuführen, als auf die nicht nachweisbare Ersparung von Eiweiss durch das Extrakt vertrauend statt der 70 Fleisch blos das Extrakt von 100 Fleisch aufzunehmen.

Ich betone nochmals, dass es für diese Punkte ganz gleichgültig ist, welche Bedeutung man dem Extrakt zuschreibt, und dass sie also nicht die Hauptfrage berühren.

c. Nach der ausdrücklichen Erklärung Liebig's in Auerbachs Volkskalender vom Jahre 1869, wo es heisst, wir wissen mit Bestimmtheit, dass die Fleischbrühe kein Nährstoff, sondern nur ein Genussmittel ist, und nach einer auf anderem Wege an mich gelangten Mittheilung (vom 7. März 1869), worin er sagt: „Wir sind auch über die Hauptsachen gar nicht im Widerspruch; Sie glauben, wie ich schon vor 20 Jahren gelehrt habe, dass das Fleischextrakt ein Genussmittel und kein Nahrungsmittel ist“ — dachte ich mich

bei meinen Auseinandersetzungen in der Dezembersitzung der Academie über die Wirkungen der Genussmittel, zu denen ich auch das Fleischextrakt zählte, ganz im Einklange mit den Anschauungen von Liebig. Ich war daher sehr erstaunt, als er bei weiterer Discussion und besonders in seiner darauffolgenden Abhandlung die Extraktivstoffe wieder als Nährstoffe und Kraftmaterial bezeichnete. Ich sage wieder, denn diese Ansichten sind durchaus nicht neu, sondern sie sind von ihm schon vor 19 Jahren ausgesprochen worden.[1])

Ich habe mich oben zur Genüge darüber geäussert, warum die (organischen) Extraktivstoffe des Muskels nicht Nährstoffe und Kraftmaterial sein können; es sind Genussmittel.[2]) Wenn man nicht die

---

1) In Auerbach's Volkskalender (S. 153) sagt Liebig: „Der erfahrene Koch sucht diese fehlerhafte Beschaffenheit der Speisen (den Mangel an Nährsalzen) durch seine Saucen und Zuthaten zu verbessern und er benützt dazu ausser den Küchenkräutern einen Extrakt, den er sich aus zerschlagenen Knochen und Fleischabfällen aller Art im Vorrath bereitet; da aber diese Fleischabfälle in der Regel sehr wenig Muskelfleisch enthalten, so ist der Extrakt des Kochs stets arm an Nährsalzen.

In seiner neueren Abhandlung (S. 111) steht dagegen:

„Der erfahrene Koch legt den höchsten Werth als Zusatz zu seinen Produkten auf die löslichen Bestandtheile des Muskels der Säugethiere, das Arbeitsmaterial des Muskels; aus den Fleischabfällen der Küche bereitet er sich einen Extrakt im Vorrath, dessen Name Stock, den der englische Koch diesem Extrakte in dem Sinne von „Bereicherung“ oder „Grundlage“ gibt, die hohe Bedeutung hinlänglich bezeichnet, die er ihm als Bestandtheil und Zusatz zu seinen Speisen beilegt.

Ich weiss nicht, wie diese beiden Angaben in Uebereinstimmung gebracht werden können.

2) Liebig bezeichnet die Muskelextraktivstoffe als hochpotenzirte wahre Nahrungsmittel und wie es scheint, nur für den Menschen, denn er sagt: „Die beschränkten Begriffe von Nahrungsmitteln, die auf der Beobachtung der Vorgänge in dem Körper der Pflanzen- und Fleischfresser beruhen, müssen für den Menschen erweitert werden“ und an einer anderen Stelle: „Der diätetische Werth des Fleischextraktes muss an Menschen, nicht an Hunden, der Prüfung unterworfen werden.“ Dies würde man verstehen, wenn Liebig das Extrakt für ein Genussmittel hielte, als Nahrungs- und Kraftmittel für die Muskeln müsste es aber doch bei den Thieren ebenso wie am Menschen wirken, da die Zusammensetzung ihrer Muskeln die gleiche ist. Wenn die Zugabe des Fleischextraktes zur Mehlnahrung des Holzknechtes einen Einfluss auf die Energie der Arbeit desselben hat, so müsste auch der Zusatz desselben zur genügenden Heunahrung eines Pferdes den gleichen Erfolg haben, und wir könnten dies an ihm ebenso bemerken, wie den Einfluss des Hafers. Liebig hat selbst (S. 107) aus dem

höchst unwahrscheinliche Annahme machen will, dass in den stickstoffhaltigen Extraktivstoffen mehr Spannkraft steckt als im Eiweiss, so wäre die Menge des im Fleisch verzehrten Extraktes zu klein für eine ausgiebige Wirkung; der von Pettenkofer und mir beobachtete Arbeiter bekam im Tag neben anderen Albuminaten 250 reines Fleisch und damit nur 6.6 organische Extraktivstoffe. Als nährenden und kraftgebenden Stoff müsste man das Extrakt in grösserer Menge essen und dazu ist es zu theuer; es in geringer Menge als Genussmittel zu nehmen, hat daher allein einen Sinn.

Leider versteht man gewöhnlich unter einem Genussmittel eine Sache, die für unser Leben nicht nothwendig, sondern ein Luxusartikel oder sogar schädlich ist. Die meisten Menschen denken, es hätte eine Substanz keine Bedeutung, wenn man sie zu den Genussmitteln zählt. Dies ist eine ganz falsche Auffassung, die ich in meiner schon mehrfach genannten Abhandlung, auf die ich für das Nähere verweise, zu beseitigen suchte, indem ich, so gut es jetzt möglich ist, der Wirkung der Genussmittel näher nachging. Unsere Speisen sind darnach nicht blosse Mischungen von Nahrungsstoffen, von Eiweiss, Fett, Kohlehydraten, Wasser, Salzen etc., wir würden ein solches Gemenge verschmähen und uns nicht damit ernähren. Nicht nur die Speisen der Menschen, sondern auch die der Thiere müssen schmackhaft und geniessbar sein; dies bedingen die jeder Speise beigemischten Genuss- oder Würzmittel, welche uns nicht nur angenehme Empfindungen erwecken, sondern Processe der manigfaltigsten Art im Nervensystem, nothwendig für die Verdauung und Ernährung, einleiten müssen. Für die normale Ernährung unseres Körpers sind die Genussmittel ebenso bedeutungsvoll wie Eiweiss

---

Unterschiede des Eiweissansatzes beim Hund und Rind auf die Arbeit ersparende Wirkung der löslichen Muskelsubstanzen geschlossen. Wir haben an Hunden nur das studirt, was daran zu studiren war, den Einfluss des Extraktes auf die Resorption im Darm und auf den Eiweissumsatz, ferner die Ausscheidungsverhältnisse von Bestandtheilen des Extraktes, und wir haben durch den Versuch am Menschen dargethan, dass das, was wir für den Hund funden, auch für den Menschen gültig ist. Ich habe daraus den Schluss gezogen, dass das Extrakt kein Nahrungs- und Kraftmittel sein kann und es war darnach nicht mehr nöthig, den direkten Versuch zu machen, ob der Arbeiter mit Fleischextrakt grösserer Anstrengung fähig ist, was ausserdem ein sehr schwieriger Versuch sein dürfte.

oder stickstofffreie Stoffe oder Salze, nur haben sie eine andere Bedeutung als diese. Ein Nahrungsstoff ist ein Stoff, durch welchen ein für die Zusammensetzung des Körpers nothwendiger Stoff hergestellt oder sein Verlust verhütet wird; ein Nahrungsmittel ist ein Gemisch aus einzelnen Nahrungsstoffen, welches aber noch keine Nahrung ist, z. B. das aus Eiweiss, Stärkmehl, Salzen etc. bestehende Brod; eine Nahrung ist ein Gemisch aus Nahrungsstoffen oder Nahrungsmitteln (mit Genussmitteln), das uns zusagt und den Bestand des Körpers völlig erhält. Jeder Nahrungstoff ist nahrhaft und hat Nährwerth, z. B. Fett, Wasser, Salz, ebenso jedes Nahrungsmittel; aber weder ein Nahrungstoff noch ein Nahrungsmittel ist für sich schon eine Nahrung.

Die Genussmittel sind darnach keine Nährstoffe, sie haben ganz andere, aber nicht weniger wichtige Aufgaben bei der Ernährung zu erfüllen. Sie sind namentlich nicht bestimmt durch ihre Zersetzung uns mit lebendiger Kraft zu versorgen; sie geben uns nicht wirkliche Kraft, sondern höchstens das Gefühl von Kraft durch eine eigenthümliche Wirkung auf das Nervensystem; ich habe schon längst das Beispiel gebraucht, dass der Kaffee und ähnliche Genussmittel wie eine Peitsche bei arbeitenden Pferden wirken, die sie mächtig anspornt, ohne ihnen eine Kraft mitzutheilen. Liebig sagt mit Recht, es sei die Verwechslung der Empfindung von Kraft mit der wirklichen Kraft ein grosses Hinderniss für die Beurtheilung und Einsicht in die Thätigkeiten der thierischen Maschine. Man verwechselt die Summe der vorhandenen lebendigen Kraft mit der Leichtigkeit der Verfügung über dieselbe nach Aussen, oder besser gesagt, wir gebrauchen leider für beide Begriffe häufig die gleichen Wörter, so spricht man von einem Schluck kräftigenden Weines oder einer stärkenden Fleischbrühe, während doch nur die Nahrungsstoffe wirkliche Kraft geben. Man sollte sich daher dieser Ausdrücke nicht mehr bedienen, da weniger die Leute der Wissenschaft, welche schon eine Trennung zu machen wissen, als die Laien sich dadurch täuschen lassen. Liebig selbst hat jene Wörter oft in jenem zweifachen Sinne gebraucht, ohne dass es mir einfiele zu glauben, er hätte Empfindung und Arbeit nicht unterschieden; in Auerbach's Volkskalender (S. 153), wo er die Extrakte nicht als Nährstoffe, sondern als Genussmittel

auffasste, liess er diese Genussmittel der Fleischnahrung die Fleischfresser stärker, kühner, kriegerischer machen und die Spannung, den Tonus oder die Energie in ihnen hervorbringen.

Nichts destoweniger lege ich den grössten Werth auf die Genussmittel, sie sind für die Ernährung des thierischen Organismus absolut nothwendig und wir sorgen daher dafür in unseren Speisen, welche noch manches Andere enthalten und uns bieten müssen als die Nährstoffe. Dies hat man bis jetzt viel zu wenig berücksichtigt und der Zweck meines Vortrags in der Akademie war, die Aufmerksamkeit mehr auf diese Punkte zu lenken. Jede Speise hat ihre eigenen Würzmittel und jedes Thier seine Lieblingsspeisen, ganz unabhängig von den Nährstoffen.

Man weiss, wie lecker manche Thiere sind und wie sie ein Futter, durch geringfügige Umstände veranlasst, und ohne Aenderung der Nährstoffe, nicht mehr berühren; wir sind häufig nicht mehr im Stande, durch irgend etwas, was den Nährwerth einer Speise gar nicht ändert, dieselbe zu verzehren.

Jeder kennt die Bedeutung der Genussmittel. Eine Spur Morphium, unter deren Einfluss ein schon ganz verfallener Mensch neu wieder aufzuleben scheint, gibt uns durch Zersetzung nicht wirkliche Kraft. Ein Schluck köstlichen Weines, der die gesunkenen Kräfte hebt und uns stärkt, ohne in uns mehr lebendige Kraft zu entwickeln, ist das beste Beispiel hiefür.

So hat auch das Fleischextrakt als Genussmittel seine hohe Bedeutung, wenn es auch keinen Einfluss auf die Resorption im Darm oder die Zersetzungen im Körper hat und kein Nahrungsstoff ist; es ist das beste Vorbereitungsmittel für die Verdauung im Magen nicht nur für Kranke und Reconvalescenten, sondern auch für Gesunde; es hat vielleicht auch noch eine weitere allgemeine Bedeutung für den Körper durch seinen Gehalt an Salzen, vorzüglich an Kalisalzen.

Diente es dagegen zur Herstellung der Zusammensetzung des Muskels, als Nahrungs- und Kraftmittel, so hätten die übrigen animalischen Nahrungsmittel, z. B. Eier, Leber etc. kaum eine grössere Bedeutung als die Vegetabilien, wenn man nicht annehmen will, dass die Extraktivstoffe der einzelnen Organe sich gegenseitig vertreten, was auf Seite 115 der Liebig'schen Abhandlung angedeutet

zu sein scheint. Wenn die Muskelextrakte die für den Muskel nothwendigen Extrakte ersetzen und die Kraft für seine Thätigkeit entwickeln, so müssten analog die Extrakte der übrigen Organe ebenfalls nothwendig zu ihrer Zusammensetzung gehören und das Arbeitsmaterial derselben darstellen; die Extrakte der Milch müssten eine grössere Thätigkeit der Milchdrüse bedingen; die der Leber würden wichtig für dieses Organ sein, ähnlich wie man früher eingedickte Galle bei Leberleiden gab; und für die Arbeit des Gehirns wäre gewiss das Gehirnextrakt rationeller als das Muskelextrakt.

V.

Eine der wichtigsten Fragen in der Physiologie, die sich bei den hiesigen Arbeiten immer mehr und mehr in den Vordergrund drängte, ist die nach der Entstehung des Fettes in dem Thierhaushalte. Liebig stellt meine Arbeiten auf diesem Gebiete als vollkommen werthlos hin, welche die Sache um keinen Schritt gefördert hätten. Ich muss zu meiner Vertheidigung eine kurze geschichtliche Entwicklung vorausschicken.

Man hatte früher das Fett der Nahrung als die Quelle des Fettes im Thierkörper angesehen, bis Liebig (1842) durch die chemische Untersuchung der Nahrung des Pflanzenfressers, durch die Kenntniss der merkwürdigen Umwandlungen organischer Stoffe ausserhalb des Körpers in andere und durch das Nachdenken über die Bedeutung der einzelnen Nahrungsbestandtheile zu der Ueberzeugung geführt wurde, dass die Kohlehydrate der Nahrung des Pflanzenfressers dabei von Einfluss sein müssen.

Es entspann sich darüber bekanntlich ein berühmt gewordener Streit zwischen Liebig und einigen französischen Forschern, aus dem Liebig siegreich hervorging, nachdem von ihm dargethan worden war, dass in dem Futter von Gänsen, Schweinen, Kühen etc. nicht so viel Fett enthalten ist, um das angesetzte oder in der Milch abgegebene Fett zu liefern, und nachdem er auf die Versuche von Huber und Gundlach hingewiesen hatte, nach denen die Bienen aus wachsfreiem Honig oder Zucker Wachs produciren. Dieser Entscheid zu seinen Gunsten hat viel zur Ausbreitung seines Ruhmes beigetragen.

Von da an galt ganz allgemein der Ursprung des Thierfettes aus Kohlehydraten als unumstössliche Wahrheit, so dass ein Zweifel daran gerade-

zu für einen Unsinn gehalten wurde. Es wurde der weitaus grösste Theil des Fettes der Pflanzenfresser oder Alles aus den Kohlehydraten abgeleitet. Liebig sagt (in d. chem. Briefen 1851 S. 449): „Diese wichtige Thatsache, dass der aus dem Stärkmehl der Körnerfrüchte, der Kartoffeln, der Samen der Leguminosen in der Verdauung entstehende Zucker bei ausreichendem Material für die Zellenbildung im Leibe der Thiere in Fett übergeführt wird, ist durch die Versuche von Persoz und Boussingault ausser Zweifel gestellt. Das Fett der Nahrung des Pflanzenfressers liess man grösstentheils im Koth weggehen und keine besondere Rolle bei der Fettablagerung spielen.

Man war darin so sicher, dass man zur Vorsicht mahnende Thatsachen ganz übersah. Niemand hatte ausserhalb des Körpers aus Kohlehydraten Fette dargestellt, sondern nur niedere Glieder der Fettsäurereihe; und wenn auch auf diesem Wege die Erzeugung von Fett gelänge, so wäre dadurch nur die Möglichkeit dargethan, aber noch lange nicht die Wirklichkeit im Thierkörper, für den ein solcher Uebergang durch nichts bewiesen, sondern vielmehr unwahrscheinlich ist, da in ihm sonst im Gegensatz zur Pflanze keine Zersetzungen mit Entstehung sauerstoffärmerer Produkte stattfinden. Aus den Kohlehydraten kann unter allen Umständen nur sehr wenig Fett hervorgehen; gerade mit der stärkereichsten, aber eiweissarmen Nahrung gelang es nicht, einen Körper fett zu machen. Endlich ist ein ansehnlicher Theil, ja häufig die ganze Menge des bei der Mästung abgelagerten Fettes aus dem in der Nahrung schon vorräthigen Fett abzuleiten.

Man kann für den Uebergang von Kohlehydraten in Fett im Thierkörper nichts geltend machen als das Nichtausreichen des Fettes der Nahrung in manchen Fällen und den sichtbaren Einfluss der Kohlehydrate auf die Ablagerung von Fett. Sind diese Thatsachen aber nicht auf eine andere Weise zu erklären, gibt es nicht noch andere Materialien, aus welchen Fett entstehen kann?

Es sind in der That noch die eiweissartigen Substanzen vorhanden, und es weisen immer mehr und mehr Erfahrungen darauf hin, dass sie eine bedeutende Rolle bei der Fettbildung spielen.

Liebig sagt nun (S. 125), wie es scheint, gar nicht mehr eingedenk des grossen Eindruckes, den seine frühere Lehre von

der Entstehung des Fettes aus Kohlehydraten hervorgebracht hatte, er hätte geglaubt, dass die Bildung des stickstofffreien Fettes mit den stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrung in Beziehung stehen müsse, ohne die Möglichkeit seiner Erzeugung aus den Albuminaten zu leugnen. Dies sieht so aus, als ob er schon von Anfang an den Albuminaten keinen geringeren Antheil zugeschrieben hätte als den Kohlehydraten. Dies ist aber nicht so; nirgends ist die Rede davon, dass die Bildung des Fettes aus Eiweiss ein normaler und beständig im Körper vor sich gehender Prozess sei und darum handelt es sich doch bei unserer Frage. Die Hauptstelle dafür findet sich in den chemischen Briefen (1851 S. 453), wo es heisst: „Die Thatsache, dass auch die plastischen Nahrungsmittel in gewissen Zersetzungsprozessen, wie in der Fäulniss, beinahe gerade auf in Ammoniak und fette Säuren (Buttersäure und Valeriansäure) zerfallen, schliesst die Meinung nicht aus, dass auch diese Materien zur Erzeugung von Fett im Thierorganismus unter gewissen Umständen dienen können. Bedeutungsvoll für die Fettbildung im lebenden Körper scheint es jedenfalls zu sein, dass die Bildung von fetten Säuren, von Buttersäure z. B., aus stickstofffreien Materien ausserhalb des Körpers nur durch solche Fermente bewerkstelligt werden kann, deren Elemente sich im Zustande der Buttersäurebildung selbst befinden, und es ist nicht ganz unwahrscheinlich, dass auch in dem lebendigen Körper zwischen den plastischen und stickstofffreien Stoffen in der Fettbildung eine ähnliche Beziehung besteht.“ Man sieht, es ist vorzüglich die Rede von einer Rolle der Albuminate als Fermente für die Fettbildung aus stickstofffreien Stoffen, keineswegs aber von einer ausgiebigen und regelmässig fliessenden Quelle für die Entstehung von Fett. Was Liebig gemeint hat, geht am besten aus einer Milne-Edwards gegebenen Antwort hervor, welcher ihm die Ableitung des Fettes aus eiweissartigen Stoffen zugeschrieben hatte; er erwiederte darauf[1]), er habe den Ursprung des Fettes niemals im Fibrin oder Albumin oder Casein gesucht, er habe sich vielmehr bemüht, darzuthun, dass

1) Annal. d. Chemie u. Pharm. 1843, Bd. 48 S. 126.

die stickstofffreien Bestandtheile des Organismus aus den stickstofffreien der Nahrung entspringen.

Nachdem man eine Reihe von Anhaltspunkten für den Uebergang von Eiweiss in Fett unter gewissen Umständen gewonnen und Hoppe auf die Möglichkeit einer Fettbildung auf Kosten von Eiweiss unter normalen Verhältnissen hingewiesen hatte, thaten Pettenkofer und ich[1]) dar, dass bei einem mit grossen Mengen reinen Fleisches gefütterten Hund manchmal in den Exkreten wohl aller Stickstoff, aber nicht aller Kohlenstoff austritt; es blieb uns keine andere Möglichkeit übrig, als zu schliessen, dass sich bei der Zersetzung des Eiweisses der Stickstoff in der Form von Harnstoff abgetrennt hat, aber nicht alle dabei übrig gebliebene stickstofffreie, an Kohlenstoff reiche Substanz zu Kohlensäure und Wasser oxydirt, sondern wegen Mangel an Sauerstoff ein Theil derselben als Fett zurückgehalten und angesetzt worden ist.

Nachdem wir einmal auf die genannte Quelle von Fett aufmerksam geworden waren, kamen wir natürlich auf den Gedanken, ob sie beim Fleischfresser neben dem Fett der Nahrung nicht die einzige sei, und in der That konnten wir für ihn bei unsern Versuchen keinen Anhaltspunkt für einen Ansatz von Fett aus Stärke oder Zucker gewinnen. Es war uns dadurch wahrscheinlich geworden, dass jeder Ansatz von Fett im Körper des Fleischfressers nur durch Fett möglich ist, entweder aus dem in der Nahrung aufgenommenen Fett, oder aus dem bei der Zersetzung von Eiweiss entstandenen; bei Gegenwart von Stärke oder Zucker wird sich darnach das Fett nicht aus diesem, sondern aus dem durch sie vor der Verbrennung geschützten Fett des Eiweisses erzeugen.

Ich habe es nun in einem vor der 1865 dahier tagenden Versammlung der Agrikulturchemiker gehaltenen Vortrage für nicht undenkbar erklärt, dass sich dies beim Pflanzenfresser ähnlich verhält.

Liebig, der bei dem genannten Vortrage zugegen war, erklärte sich mit meiner Folgerung nicht einverstanden: „es erscheine sehr zweifelhaft, dass dieser Satz auch für den Pflanzenfresser

1) Annal. d. Chem. u. Pharm. II. Suppl.-Bd. 1862 S. 52.

Geltung habe, es sei schwer anzunehmen, dass bei Milchkühen z. B. die Proteïnsubstanzen und die Butter der Milch zusammen nur aus der Proteïnsubstanz und dem meist geringen Fettgehalt der Nahrung herstammen solle."

Ich habe unsere Theorie an dem von Liebig angegebenen Beispiel zuerst auf die Probe gestellt. In dem Hauptversuche wurde einer reichlichst Milch gebenden Kuh ein Futter, das sie schon seit langer Zeit auf gleiche Weise genommen, von bekanntem Stickstoff- und Fettgehalt gegeben, und aus dem Stickstoff und Kohlenstoff des Harns und dem Stickstoff und Fett der Milch und des Kothes gesehen, ob das aus der Nahrung resorbirte und aus dem zersetzten Eiweiss abgespaltene Fett genügt, das Fett der Milch zu liefern. Dies war auch in der That der Fall, und dadurch für den Pflanzenfresser die Wahrscheinlichkeit eines ähnlichen Verhaltens wie beim Fleischfresser grösser geworden.

Diesen Versuchen tritt nun Liebig schroff entgegen.

a. Zuerst wendet er sich gegen den von Pettenkofer und mir am Hunde gemachten Versuch. Er sagt, in der Bilanz des Kohlenstoffs der Einnahme und der Ausgaben hätten dabei 3.8 Grm. Kohlenstoff gefehlt; die Erwägung, was aus diesem Kohlenstoff geworden sei, hätte mich geneigt gemacht zu glauben, dass er in Fett übergegangen sei, und ich hätte es trotz der Kleinheit der Differenz nicht für glaubwürdig gehalten, dass sie auf einem Versuchsfehler beruhen könne. Nun macht er allerlei Einwendungen gegen die winzige Grösse von 3.8 Grm. Kohlenstoff. Die Ausscheidungen und Bestimmungen des Harnstoffs, des Kothes und der Respirationsprodukte seien nicht absolut genau. Dann verliere mein Schluss alles Gewicht, weil ich vergessen hätte, dass das verfütterte Fleisch schon eine gewisse Menge Fett enthält und zwar nach meinen Bestimmungen im Durchschnitte höchstens 1 %, nach einer von ihm ausgeführten in einem sehr magern Stück Kuhfleisch, „welches von Herrn Professor Bischoff für diesen Zweck ausgewählt worden war", $^1/_3$ %; demnach sind in 1500 Fleisch, die der Hund täglich verzehrte, eben 5 Fett mit den 3.8 Kohlenstoff vorhanden, und es sei denn doch unendlich wahrscheinlicher, dass diese 5 Fett im Körper zurückgeblieben sind, als anzunehmen, dass sie verbrannt

und andere 5 Grm. Fett aus Eiweiss erzeugt worden seien. Der Schluss ist: „Als Argumente in der Fettbildungsfrage wird man, wie aus obigen Betrachtungen sich ergiebt, Voit's Versuche mit dem Hunde fernerhin nicht mehr gelten lassen können."

Der Vorwurf, den Liebig durch diese Darstellung und durch diese Behandlung unserer Arbeiten der Grundlage und der Tragweite derselben gemacht hat, ist so erstaunlich gross, dass ich mich genöthigt sehe, näher auf die Sache einzugehen und darzulegen, wie viel Liebig übersehen und mit welcher Geringschätzung er auf die Arbeiten Anderer herabsehen musste, um so sprechen zu können. Liebig, welcher selbst nie einen derartigen quantitativen Versuch an einem Thiere gemacht hat, glaubt bei dieser Gelegenheit mir sagen zu dürfen, Niemand werde meine Zahlen für absolut genau ansehen, der mit Versuchen dieser Art näher vertraut sei.

Die Versuche, auf welche wir uns bezogen, sind mitgetheilt in Liebig's Annalen der Chem. und Pharm. II. Suppl.-Bd. 1862. S. 52 und daselbst die Versuche Nr. 1 und 11 als die beweisenden angegeben. In unserer Arbeit über die Gleichung der Einnahmen und Ausgaben[1]) zeigten wir bekanntlich, dass nach längerer Fütterung mit viel Fleisch alle Elemente der Einnahmen und Ausgaben sich decken und genau so viel Sauerstoff aufgenommen wird, als zur Verwandlung in Kohlensäure und Wasser nöthig ist. Wir waren erfreut über die grosse Uebereinstimmung der Zahlen und wir sagten (S. 373 und 374) über die geringe Differenz: „es lässt sich nun nicht genau entscheiden, wie weit diese 3.8 Grm. Kohlenstoff als Versuchsfehler anzunehmen oder wie weit sie als Verbindungen im Körper zurückgeblieben sind. Die Kohlensäurebestimmung bei den Respirationsversuchen ist so scharf, dass es uns nicht wahrscheinlich ist, dass die ganze Kohlenstoffdifferenz der Bilanz Versuchsfehler sein sollte. Wir sind eher geneigt, an eine geringe Fettbildung aus Fleisch zu glauben, und diese Kohlenstoffmenge würde nahezu 5 Grm. Fett im Tage entsprechen. Dass aus Fleisch Fett entstehen kann, beweist nicht nur die Bildung von Leichenwachs unter gewissen Umständen; auch die früheren Untersuchungen von uns

1) Sitz.-Ber. d. Akademie, 16. Mai 1863 und Annal. der Chem. u. Pharm. II. Suppl.-Bd. 3. Heft S. 361,

geben Anhaltspunkte hiefür. Bei Fütterung grosser Fleischmengen erschien sämmtlicher Stickstoff derselben im Harn und Koth, während vom Kohlenstoffe beträchtliche Mengen in Respiration und Perspiration nicht zum Vorschein kamen, mithin im Körper zurückblieben." Man ersieht daraus, dass wir den Bilanzversuch nicht als beweisend für die Fettbildung aus Eiweiss betrachteten, sondern nur daran dachten, weil uns der Versuchsfehler zu gross schien und wir durch unsere früheren Versuche Anhaltspunkte für einen solchen Vorgang gewonnen hatten. Uebrigens wäre eine Ablagerung von Fett aus Eiweiss und eine gleichzeitige Verbrennung von Fett der Nahrung sehr wohl „mit den ökonomischen Gesetzen im Thierleibe" zu vereinigen, da jenes Fett in Zellen entsteht und dort eingeschlossen dem Sauerstoff weniger zugänglich ist als letzteres, das im Blute mit dem Sauerstoff direkt in Berührung tritt.

In meiner Abhandlung über die Fettbildung im Thierkörper bezeichnete ich (S. 106) abermals ausdrücklich die Versuche Nr. 1 und 11 als die beweisenden, den Bilanzversuch habe ich in einer Anmerkung nur citirt, weil dabei zum ersten Male die Art der Entstehung von Fett aus Eiweiss näher discutirt worden ist. Wir haben diese Versuche wie so viele andere noch nicht näher besprochen, ich will daher die einzelnen Zahlen hier angeben.

Versuch 1. Am 5. Tage der Fütterung mit 1800 Fleisch.

	N	C
Ein: im Fleisch:	61.20	225.4
Aus: im Harn:	59.46	35.4
im Koth:	0.65	4.3
in Haut u Lungen:	—	179.0
	60.11	218.7
Differenz:	+ 1.09	+ 6.7

Versuch 11. Am 2. Tage der Fütterung mit 2500 Fleisch.

	N	C
Ein: im Fleisch:	85.00	313.0
Aus: im Harn:	84.38	50.6
im Koth:	1.00	6.7
in Haut u. Lungen:	—	213.6
	85.38	270.9
Differenz:	— 0.38	+ 42.1

Die Differenz im ersten Versuche beträgt allerdings nur 6.7 Grm. Kohlenstoff und mit Einrechnung der angesetzten 32 Fleisch mit 4.0 Kohlenstoff sogar nur 2.7 Grm., aber die im elften Versuch 42.1 Grm. Da das Resultat des letzteren Versuches gar keiner anderen Deutung fähig ist und dabei 14 % des Kohlenstoffs des zersetzten Fleisches, entsprechend 52 Grm. Fett, im Körper zurückgeblieben sind, so haben wir das in demselben Sinne ausgefallene Resultat des ersten Versuchs und auch das des Bilanzversuchs auf gleiche Weise ausgelegt. Die Bedingungen für eine Fettbildung aus Fleisch sind nach meinen Auseinandersetzungen natürlich nur dann gegeben, wenn nicht genügend Sauerstoff da ist, um das aus dem Eiweiss entstandene Fett zu verbrennen. Dies findet nur im Anfange einer Fütterung mit reichlichen Fleischmengen statt, nach einigen Tagen wird durch die allmähliche Steigerung der Sauerstoffaufnahme alles zersetzt; desshalb ist die Differenz am 5. Tage der Fleischfütterung (Versuch 1) klein, die am 2. Tage (Versuch 11) bedeutend. Am ersten Tage ist sie bei grosser Schwankung in der Fleischmenge sicherlich noch ansehnlich grösser.

Ich will noch ein Beispiel aus unsern zahlreichen noch nicht veröffentlichten Versuchen herausheben, damit man sieht, dass es sich hier um etwas Gesetzmässiges handelt und zwar das vom 21. Juni 1863, wo der Hund nach längerer Fütterung mit 1500 Fleisch 2000 Fleisch erhielt; der erste Tag ergab:

	N	C
Ein: im Fleisch:	68.0	250.4
Aus: im Harn:	66.5	39.9
im Koth:	1.4	9.2
in Haut u. Lungen:	—	158.3
	67.9	207.4
Differenz:	+ 0.1	+ 42.7

d. h. es fehlen 18 % des Kohlenstoffs des zersetzten Fleisches oder es gehen hier aus 100 Eiweiss 9 % Fett hervor.

Liebig gibt als ein Argument gegen mich an, es spreche nicht für eine Fettbildung aus Fleisch im Körper eines Carnivoren, da in meinen früheren mit Bischoff angestellten Versuchen ein mit 1800 Fleisch gefütterter Hund in 7 Tagen beinahe ein halbes Pfund am Körpergewicht verloren habe. Abgesehen davon, dass aus dem

Körpergewicht gar nichts zu schliessen ist, so findet gerade bei einem Ansatz von Fleisch im Anfange nach einer ungenügenden oder weniger reichlichen Nahrung ein Wasserverlust vom Körper und eine Gewichtsabnahme statt. Liebig könnte geradesogut sagen, er bezweifle den in den ersten Tagen einer reichlichen Fütterung mit Fleisch eingetretenen Fleischansatz, wenn das Körpergewicht dabei abgenommen. Uebrigens bin ich gar nicht gewillt, in den 7 Tagen des von Liebig angegebenen Versuchs einen Fettansatz zu postuliren, da das Thier vorher schon 3 Tage dieselbe Fleischmenge aufgenommen hatte. Manche haben mich in diesem Punkte schon missverstanden; ich wiederhole es daher, wenn auch aus dem Eiweiss Fett entsteht, so ist es, ausschliesslich oder in grösserer Menge aufgenommen, doch nicht günstig zur Ablagerung von Fett oder zum Uebergang in die Milch, da es durch die reichliche Sauerstoffzufuhr verbrannt wird; man muss also einen Stoff dazu geben, der das entstandene Fett vor der Verbrennung schützt.

Die Argumente Liebig's gegen unsere Versuche sind also grundlos und unsere Theorie steht nach wie vor fest; sie ist mit blossen Worten nicht wegzublasen.

b. Auch meinem Versuche an der Milchkuh oder vielmehr der Richtigkeit meiner Berechnung der verfügbaren Fettmenge setzt Liebig allerlei, ebenso unstichhaltige Bedenken entgegen.

Man muss vor Allem festhalten, was ich mit jener Rechnung bezweckte. Es handelte sich hier nicht darum, direkt zu entscheiden, ob aus Eiweiss Fett hervorgehe, sondern darum, ob das Fett der Nahrung und das aus dem Eiweiss möglicherweise sich abspaltende Fett hinreicht, das Fett der Milch zu decken. Pettenkofer und ich haben bei unseren Respirationsversuchen gefunden, dass das Eiweiss der Nahrung am leichtesten zerlegt wird, dann folgen die Kohlehydrate und endlich das Fett; wenn nun das schwerer verbrennliche Fett in möglichst vielen und variirten Versuchen stets für das in der Milch auftretende oder anderswo abgelagerte Fett hinreicht, so hat man nicht nöthig, die leichter verbrennlichen Kohlehydrate zu Hülfe zu nehmen. Dies war der Gedankengang, der mich bei meinem Versuche und den Verwerthungen der Versuche Anderer leitete.

Liebig gibt zunächst an, dass ein Thier im Beharrungszustande einer gewissen Quantität von Albuminaten und stickstofffreien Stoffen für die Unterhaltung seiner inneren Arbeiten bedarf; wenn nun im Körper der Kuh alles dem Stickstoff im Harn entsprechende Eiweiss sich in Fett und Harnstoff umsetzen würde, so bliebe kein Eiweiss für den Haushalt des Thieres übrig oder es wären nur Produkte des Stoffwechsels (zu 85 % Harnstoff und Fett) zur Milcherzeugung verwendet worden. Dies sieht allerdings recht frappant aus und ist identisch mit dem Einwand seines Sohnes Hermann, den ich in meiner Fettabhandlung schon widerlegt habe. Die Lösung des Räthsels ist jedoch eine ganz einfache; indem ein Theil des Eiweisses im Säftestrom in den Organen sich spaltet in stickstoffhaltige Produkte und stickstofffreie, deren vorzüglichstes das Fett ist, wird die Kraft für die innere Arbeit geliefert; das Fett wird nun durch die Kohlehydrate der Nahrung vor der Verbrennung geschützt und kann bei der Mast oder Milchbildung abgelagert werden, während es beim arbeitenden Rinde oxydirt wird und die bei der Arbeit mehr abgegebene Wärme gibt.

Ich hätte, sagt Liebig ferner, die Frage nicht richtig gestellt, denn hätte ich zu meinen Versuchen eine andere Kuh gewählt, welche anstatt viel, wenig Milch gegeben, so wäre meine Rechnung noch viel günstiger für meine Theorie ausgefallen; je ungünstiger die Verhältnisse waren, desto besser musste die Rechnung passen. Dieser Vorwurf ist ungerecht, da ich mit Absicht eine Kuh auswählte, welche viel Milch lieferte und in vollster Lactation war, also den mir ungünstigsten Fall. Uebrigens hat bekanntlich Kühn den gleichen Versuch an einer Kuh gemacht, welche so wenig Eiweiss als möglich erhielt, und bei der immer noch die Kohlehydrate für das Fett der Milch nicht nöthig waren. Die Versuche von Stohmann an Ziegen bei eiweissarmem Futter zeigen sogar, dass die Menge des umgesetzten Eiweisses in allen Fällen genügend ist, um ohne Hinzunahme des aus der Nahrung resorbirten Fettes alles in der Milch ausgeschiedene Fett zu liefern.

Ich habe bei der Kuh wie beim Fleischfresser aus dem Eiweiss 51.4 % Fett entstehen lassen, obwohl bei ihr ein Theil des Stickstoffs in der ungleich kohlenstoffreicheren Hippursäure enthalten

ist, da die Versuche von Meissner und Shepard darthun, dass der stickstoffhaltige Theil der Hippursäure den stickstofffreien aus der Nahrung bezieht. Ich stützte mich also auf in der Wissenschaft angenommene Thatsachen und man hätte mir, wenn ich es nicht gethan hätte, wohl mit Recht einen Vorwurf machen können.

Nichtsdestoweniger schmiedet Liebig daraus gegen mich eine Waffe, indem er angibt, dass die von Meissner ermittelten Thatsachen einer ganz anderen Auslegung fähig seien, und meint, in der Behandlung physiologischer Aufgaben bemerke man nur allzu oft den Mangel jener strengen Methode, die nicht erlaubt, Thatsachen zu Schlüssen zu gebrauchen, bevor ihre Berechtigung hiezu vollkommen festgestellt ist. Ich habe dagegen nichts zu bemerken, als dass ich, sobald Liebig die von Meissner ermittelte Thatsache anders erklärt und also die Nichtberechtigung derselben zu dem von mir gemachten Schlusse darthut, den Kohlenstoff der Hippursäure in Rechnung nehmen werde. Aber wenn ich selbst den ganzen Kohlenstoffgehalt des Harns zu decken hätte, was jedenfalls übertrieben ist, da sicherlich ein grosser Theil des Kohlenstoffs des Pflanzenfresserharns von den stickstofffreien Stoffen der Nahrung herrührt (denn es treffen auf 1 Theil Stickstoff im Hundeharn bei Fleischfütterung 0.6 Theile Kohlenstoff, im Kuhharn dagegen 2.7 Theile), so würde dies doch an meinem Resultate und Schlusse nichts Wesentliches ändern.

Endlich ist Liebig mit der Fettmenge, die ich aus dem Eiweiss hervorgehen lasse, nicht einverstanden. Ich weiss nicht, wie er sich bei seinem Vorschlag den Entscheid durch den Versuch dachte, aber man muss unter allen Umständen eine gewisse Quantität von Fett aus dem Eiweiss sich abspalten lassen. Ich erinnere nochmals daran, dass es uns nur darum zu thun ist, ob das aus dem Eiweiss möglicherweise hervorgehende Fett für unseren Zweck zureicht oder ob gar keine Aussicht dazu vorhanden ist. Da es nicht bekannt ist, wieviel in diesem Falle Fett sich bilden kann, so musste ich zu einer Wahrscheinlichkeit greifen. Wer meine Auseinandersetzungen hierüber liest, wird anerkennen, dass ich dabei gewissenhaft mit mir zu Rathe gegangen bin, und auf die Möglichkeiten wohl geachtet habe; ich habe als Grundlage die von

Henneberg angegebene Zahl (100 Eiweiss = 51.4 Fett) gewählt, weil er das Eiweiss in sich selbst, nach Analogie der Zuckergährung und ohne Eingriff des atmosphärischen Sauerstoffs, zerfallen liess, was mir von allen Zersetzungsarten am plausibelsten schien. Ich habe dabei nicht verschwiegen, dass hier eine fühlbare Lücke ist und offen gesagt: „Da ich vor der Hand nichts besseres weiss, so lasse ich aus 100 Eiweiss 33.5 Harnstoff und 51.4 Fett entstehen.“ Darauf hin lässt sich Liebig zu dem Ausspruche hinreissen: „Dies ist die eigentliche Grundlage von Voit's Milchbildungstheorie, eine rein erdachte Spaltung des Eiweisses in Fett und Harnstoff, in Verhältnissen, wie sie für seine Rechnung passen und lediglich gemacht, um an der Stelle von mangelnden Thatsachen einer eingebildeten Erklärung zur Grundlage zu dienen. In der Naturforschung überzeugt man mit einem solchen Verfahren Niemand; es ist stets ein Merkzeichen, dass es an Thatsachen fehlt, die von selbst sprechen.“ Es ist wirklich recht schwer, auf solche Anschuldigungen mit derjenigen Ruhe, wie sie sich in wissenschaftlichen Erörterungen ziemt, zu antworten.

Es ist sicher, dass bei der Zerspaltung des Eiweisses als hauptsächlichstes stickstoffhaltiges Endprodukt schliesslich Harnstoff auftritt; es ist ferner sicher, dass dabei Kohlensäure und Wasser sich bildet und es ist sicher, dass dabei Fett entsteht. Der angegebenen Spaltung des Eiweisses liegen demnach Thatsachen zu Grunde, unsicher ist nur, ob sie in den angenommenen Verhältnissen stattfindet. Bei Beurtheilung derselben frägt es sich vor Allem, wie weit genau die Angaben zu meiner Schlussfolgerung sein müssen. Die Versuche von Pettenkofer und mir thun dar, dass bei den ungünstigsten Umständen, bei reiner Fleischfütterung, 9 % Fett aus Eiweiss zurückbleiben können; bei Zusatz einer Substanz, die das Fett schützt, beträgt es natürlich ungleich mehr. Bei meinem Versuch mit der Milchkuh sind nach Einrechnung des aus der Nahrung resorbirten Fettes noch 366 Fett aus Eiweiss zu decken, für welches 3602 Eiweiss zur Verfügung stehen; wenn sich demnach nur 10 % Fett aus Eiweiss abspalten, so ist dies für meinen Versuch noch genügend, um die Kohlehydrate nicht zu Hülfe nehmen zu müssen, denn man wird wohl annehmen dürfen, dass das Fett der

Nahrung sich nicht zersetzt, um dann aus Stärkmehl oder Zucker ebenso viel neu zu erzeugen, wenigstens liesse sich eine solche Annahme, um mit Liebig zu sprechen, mit den ökonomischen Gesetzen im Thierleibe nicht vereinigen. Man ersieht daraus, dass ich mich innerhalb des Kreises des Thatsächlichen bewegte und die Spaltung des Eiweisses in anderen Verhältnissen, als die von mir als am wahrscheinlichsten erachteten, noch in meine Rechnung passen. Liebig meint, mit einem solchen Verfahren überzeugt man in der Naturforschung Niemand. Dagegen habe ich zu bemerken, dass Liebig für seine Fettbildungstheorie gar nichts Thatsächliches anzugeben weiss. Existirt denn irgend ein Versuch am Thier, der den Uebergang von Kohlehydraten in Fett darthut, oder irgend eine Vorstellung, wieviel Fett sich aus Kohlehydraten möglicherweise bildet, während für das Eiweiss bereits positive Thatsachen in dieser Richtung vorliegen.

c. Ich habe mit meinem Versuche, wie gesagt, nicht den Uebergang von Eiweiss in Fett beweisen, sondern sehen wollen, ob das Eiweiss dafür zureicht; wenn dasselbe in allen Fällen eine genügende Menge Fett geben kann, so wächst immer mehr und mehr die Wahrscheinlichkeit, dass es auch die Quelle für die Fettbildung ist. Ich war und bin noch weit entfernt, die Sache für abgeschlossen zu halten, aber ich bin der Ansicht, dass sie zum vollen Abschluss gebracht werden muss und dies geschieht nur auf dem Wege des Versuchs am Thiere und nicht durch blosse Hypothesen, die sie seit 25 Jahren nicht um einen Schritt gefördert haben, und mit denen man heut' zu Tage in der Naturforschung Niemanden überzeugt.

Die Versuche haben in dieser Richtung schon Manches Unerwartete ergeben. Die von Pettenkofer und mir zeigten, dass normal aus Eiweiss wirklich Fett entsteht; dasselbe ergaben die Versuche von Kemmerich, bei welchen bei ausschliesslicher Fleischfütterung in der Milch einer Hündin mehr Fett auftrat als in dem Fleisch zugeführt worden war. Das Gleiche that Subbotin dar; derselbe fütterte in einem ersten Versuche einen durch längeres Hungern abgemagerten Hund mit reinem Fleisch und Palmöl, das kein Stearin enthielt, und fand in dem Fettgewebe des damit gemästeten Thieres beträchtliche Mengen von Stearin; in einem zweiten

ähnlichen Versuche gab er zu dem Fleisch eine Seife ohne Oelsäure, wornach das Fett des Thieres nichtsdestoweniger die normale Menge von Olein enthielt; hier konnte also die beträchtliche Menge von Stearin und Olein nur aus dem Fleische hervorgegangen sein. Mein Versuch an der Milchkuh hat bestimmt erwiesen, welche Bedeutung das Fett der Nahrung für die Fettablagerung auch beim Pflanzenfresser hat, während Liebig[1]) den Fetten der Pflanzennahrung wenig oder gar keinen Antheil zuschreibt, da sie nur in geringer Menge darin vorhanden seien und der Koth der Kuh ebensoviel in Aether lösliche Bestandtheile enthalte als die Nahrung; und er hat erwiesen, dass das Fett der Nahrung und das aus dem Eiweiss austretende für das Fett der Milch sicherlich zureichen. Alle neueren Versuche der Art, die von Kühn und Stohmann, führten zu dem gleichen Resultate, ja auch die Betrachtung der meisten älteren Versuche, z. B. derer von Boussingault, Thomson, Knop etc., welche nach der frühern Anschauung Liebig's die Fettbildung aus Kohlehydraten ausser Zweifel stellten, und bei denen häufig die Nahrung eine hinreichende Quantität Fett einschloss. Und warum redet Liebig jetzt nicht mehr von den Huber'schen und Gundlach'schen Versuchen an den Bienen, während er früher sagte[2]): „wir kennen keinen schöneren und überzeugenderen Beweis der Fettbildung aus Zucker als den Prozess der Wachsbildung aus den Bienen“; dieser Beweis ist durch mich durch richtige Auslegung der Versuche in sein gerades Gegentheil gekehrt worden.

Sind dies nicht Früchte, welche die neue Anschauung gezeitiget hat? Wirft sie nicht jetzt schon ein helles Licht auf viele Erscheinungen im Thierkörper? Wenn die Fettbildung aus Eiweiss ein normal und beständig vor sich gehender Prozess ist, so handelt es sich bei der Fettablagerung nicht um eine erst in einem bestimmten Moment eintretende Erzeugung desselben, sondern nur um eine Nichtzerstörung des schon vorhandenen. Alle Momente, welche die Oxydation desselben verhüten, bringen daher eine Fettanhäufung hervor, nicht indem unter ihrem Einflusse mehr Fett entsteht, sondern

1) Annal. d. Chem. u. Pharm. 1843, Bd. 45 S. 112.
2) Die Thierchemie 1843 S. 307.

weniger zersetzt wird; bei reiner Eiweissnahrung dient das daraus hervorgehende Fett zur Wärmebildung, bei Zufuhr der leicht verbrennlichen Kohlehydrate oxydiren sich diese und das aus dem Eiweiss stammende Fett bleibt liegen, ebenso wenn Fett in der Nahrung zugeführt wird. Die Bildung von Leichenwachs oder die fettige Degeneration beruhen auf dem gleichen Vorgange; das aus dem Eiweiss entstehende Fett bleibt durch zu geringe Sauerstoffzufuhr oder unter der Einwirkung von Phosphor oder Alkohol etc. unverbrannt. Es erklärt sich jetzt auch leicht der allbekannte grosse Einfluss des Eiweisses auf die Fettablagerung, da ein ansehnlicher Theil des Fettes aus ihm entsteht, während man früher annehmen musste, es liefere nur die Zellen, in denen sich das Fett ablagert, während diese doch immer schon vorhanden sind. In der Bedeutung der Kohlehydrate für die Ablagerung des Fettes ändert sich nach unseren Anschauungen nichts, sie müssen nach wie vor gegeben werden, um Fett zu gewinnen, da dies ohne sie oxydirt würde.

Es steht jetzt schon fest, dass die Kohlehydrate als Material für die Fettbildung keine Hauptrolle spielen, da das Fett der Nahrung in vielen Fällen schon einen ansehnlichen Theil der angesetzten Fettmenge deckt; es könnte sich erst aus ihnen Fett bilden, wenn alles Fett der Nahrung und alles aus dem Eiweiss herrührende Fett abgelagert ist, und nur dann, wenn die genannten Stoffe nicht ganz hinreichen, wären sie für den Rest zu Hülfe zu nehmen. Ein derartiger Fall ist jedoch mit Sicherheit bis jetzt noch nicht beobachtet worden.

Aber dies sind nach Liebig nichts als eingebildete Erklärungen! Man sollte denken, er wüsste etwas Neues für seine Theorie der Fettbildung aus Kohlehydraten zu sagen, statt dessen bringt er jedoch immer wieder seine alten Sätze von der Möglichkeit der Umwandlung stickstofffreier Stoffe in niedere Fettsäuren etc. etc.; ob aber diese Processe im Thierkörper wirklich vorkommen, das weist er durch keine Thatsachen nach. Und um Alles beim Alten zu lassen, hält er die ganze Sache für sehr schwer zu entwirren. Er sagt: „Die Fettbildungsfrage scheint mir durch Versuche mit Pflanzenfressern nicht entscheidbar zu sein“ und: „in Untersuchungen dieser Art sollte man, wie ich glaube, die Natur der Thiere

in Rechnung nehmen und nicht ohne Weiteres voraussetzen, dass die Vorgänge in einem Pflanzenfresser die gleichen sind, wie die in dem Körper eines Fleischfressers.“ Letzteres hat zwar Niemand gethan; aber aus beiden Sätzen würde hervorgehen, dass die Frage nach der Fettbildung weder am Pflanzenfresser noch am Fleischfresser gelöst werden könnte. Wir wären demnach hier nach Liebig an der Grenze unseres Wissens angekommen, die der menschliche Geist nicht zu überschreiten vermag; ich für meinen Theil glaube nicht, dass die Wissenschaft da stehen bleiben wird, wo Liebig sie hingestellt hat, ich glaube vielmehr, dass sie schon jetzt ein gutes Stück darüber hinaus ist.

Wenn Liebig schliesslich ausspricht: „was wir mit Bestimmtheit wissen, ist, dass bei diesen Thieren Albuminate und Kohlehydrate zusammenwirken müssen, um Fett zu erzeugen; ob aber das stickstofffreie Spaltungsprodukt, welches zu Fett wird, von dem Eiweiss oder den Kohlehydraten stammt, dies mit Bestimmtheit auszumitteln, halte ich nicht leicht für möglich,“ so kann ich damit völlig zufrieden sein. Er giebt also jetzt selbst zu, dass man über den Uebergang der Kohlehydrate in Fett nichts Bestimmtes weiss, während er früher meinte, derselbe sei völlig ausser Zweifel gestellt; somit hat er seine Theorie, deren Vertheidigung er in der Vorrede ankündigte, als unbegründbar selbst aufgegeben und unsere Arbeiten haben vor der Hand genug gewirkt, wenn das, was vorher überzeugend bewiesen war, jetzt unbewiesen und zweifelhaft geworden ist. Dass meine Lehre weiter geprüft werde, dafür werde ich Sorge tragen.

d. Ueber den Ursprung des Fettes und Milchzuckers in der Milch der Kuh ist man nach Liebig mit allen den zahlreichen Analysen und Arbeiten um keinen Schritt weiter gekommen. Nachdem er gesagt, dass die Grundlage meiner Milchbildungstheorie eine rein erdachte Spaltung des Eiweisses sei in Verhältnissen wie sie für meine Rechnung passen, fährt er fort: „Damit in Uebereinstimmung steht denn sein Verfahren, die vorhandenen Thatsachen über die Milchbildung seinen Ansichten anzupassen; in seiner Hand sind sie wie Wachs, dem man durch Kneten die gewünschte Form gibt.“ Ich antworte auf diesen Passus nur das, was sich sachlich

dagegen sagen lässt. Von der Erkenntniss, dass die Milch ein aufgelöstes Organ des Körpers ist und nicht ein einfaches Filtrat aus dem Blute, wird sich die wahre Einsicht in die Vorgänge der Milchdrüse entwickeln. Von dieser Grundlage bin ich ausgegangen, um an der Hand der Thatsachen das Auftreten der einzelnen Stoffe der Milch zu erklären. Ich habe gesagt, dass nur dann ein Einfluss der Nahrungsstoffe auf die Milch zu erwarten ist, wenn die Milchdrüse sich dadurch ändert, welche vor Allem eiweisshaltiges Material zum Aufbau ihrer Zellen braucht, die dann noch in sich Fett aufnehmen können. Bei den Pflanzenfressern sieht man nur einen geringen Einfluss der verschiedenen Nahrung auf die Milch, weil bei ihnen die Zusammensetzung der Nahrung nicht in so weiten Grenzen schwankt, wie bei dem Fleischfresser, um rasch wesentliche Aenderungen in der Drüse hervorzubringen. Darum ist auch die Grösse der Milchabsonderung zunächst und vor Allem abhängig von der Entwicklung der Brustdrüse. Trotzdem wirft mir Liebig vor, es bewegten sich meine Auseinandersetzungen ganz wie in Thomsons Untersuchung um die irrige Vorstellung, dass eine an Albuminaten reiche Nahrung auf die Butterbildung Einfluss habe und dieselbe vermehre, während die vorhandenen Erfahrungen nur dafür sprächen, dass das Kraftfutter den Milchertrag vermehre. Nach den von mir entwickelten Anschauungen über die Bildung der Milch kann ich eine solche irrige Vorstellung unmöglich gehegt haben, ich habe vielmehr gerade das Gegentheil darzuthun gesucht; es wirkt nämlich nach mir das Eiweiss nur, indem es zuerst mehr Zellen in der Drüse erzeugt, die dann zum Theil fettig degeneriren, zum Theil Fett vom Blute in sich aufnehmen; es muss also dabei immer auch der Milchertrag zunehmen. Dass Liebig diesen Theil meiner Abhandlung nur oberflächlich gelesen hat, geht auch aus seiner Meinung hervor, dass meine Versuche der Umwandlung eines stickstoffhaltigen Bestandtheils der Milchdrüsenzellen in Fett nicht günstig zu sein scheinen, da ich zur Annahme genöthigt wäre, dass mindestens $^4/_5$ des Fettes der Milch vom Futter abstammen; ich habe deutlichst auseinander gesetzt, dass nur ein Theil des Fettes der Milch aus dem Eiweiss in der Drüse durch fettige Degeneration der Zelle entsteht, Alles kann auf diese Weise unmöglich hervorgehen,

wenigstens nicht bei dem reichlichen Milchertrag der Kuh; ich brauche auch nicht $^4/_5$ des Milchfettes aus dem Fett der Nahrung abzuleiten, da bei meinem Versuche das im Körper zersetzte Eiweiss nach meiner Voraussetzung 1851 Fett liefert, während in der Milch 2024 Fett sich befanden, es könnte mithin das Letztere nahezu ganz von dem Eiweiss gedeckt werden.

VI.

Ich habe die Erfolge der Bantingkur auf die Abnahme des Fettes im Körper aus der bei überschüssiger Eiweisszufuhr wachsenden Grösse des Säftestromes, der Zunahme der Blutkörperchenzahl und der damit verbundenen grösseren Sauerstoffaufnahme zu erklären gesucht. Nach Liebig ist aber die Sauerstoffaufnahme lediglich abhängig von der Schnelligkeit, mit welcher Luft und Blut in den Athmungsorganen mit einander in Berührung kommen und sie steht nach ihm bei den höheren Thierklassen im Verhältniss zu der Anzahl der Herzschläge und Athemzüge in einer gegebenen Zeit. Hiernach dürften die Physiologen aufhören, die Gesetze der Sauerstoffaufnahme in's Blut und die Organe zu suchen.

a. Warum schwankt dann aber bei verschiedener Nahrung die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs so sehr; warum nimmt sie bei eiweissreicherer Nahrung constant zu und warum bleibt sie gleich bei Aufnahme von kohlenstoffreichem Fett?

Nach den Versuchen von Pettenkofer und mir nimmt das Maximum der Sauerstoffaufnahme mit der Menge des Eiweisses in der Nahrung zu, dies ist keine Annahme, wie Liebig sich ausdrückt, sondern eine durch Versuche gewonnene Thatsache. Es ist ferner eine Thatsache und keine Annahme, dass bei eiweissreicher Nahrung absolut und relativ mehr Hämaglobin im Blute sich findet. Das Hämaglobin ist aber der Stoff, welcher den Sauerstoff in Beschlag nimmt, und je nach ihrem Gehalte daran absorbiren verschiedene Blutsorten sehr verschiedene Mengen von Sauerstoff.

Die Grösse der Sauerstoffaufnahme ist zunächst davon abhängig, welche Stoffe und welche Mengen derselben in den Organen unter die Bedingungen der Zersetzung gelangen, welche sich bei der vorzüglich von der Eiweisszufuhr abhängigen Strömung der

Ernährungsflüssigkeit durch die Organe finden. Der Sauerstoff wird nun nicht direkt durch das Athmen zugeführt, sondern er wird von dem in den Organen festgebundenen Sauerstoffvorrath weggenommen, dessen Grösse sich ebenfalls nach der Quantität des cirkulirenden Eiweisses richtet. Das dem Sauerstoffvorrathe der Organe Entzogene wird aus dem an das Hämaglobin des Blutes gebundenen Sauerstoff wieder ergänzt, und dieser wird endlich in der Lunge durch neuen aus der eingeathmeten Luft ersetzt. Der letztere Ersatz richtet sich also nach dem Verbrauch in den Organen; die Zahl der Athemzüge ist das Bedingte und nicht das Bedingende. Ist in den Organen mehr zersetzt und mehr Sauerstoff verbraucht worden, so hat in Folge davon der Sauerstoffgehalt des Blutes abgenommen und sein Kohlensäuregehalt zugenommen und nun werden dadurch die Regulatoren der Athmung in dem verlängerten Marke zu häufigeren und tieferen Athemzügen gezwungen, um neuen Sauerstoff zuzuführen und die überschüssige Kohlensäure wegzubringen. Ich habe z. B. gezeigt, dass bei spärlicheren Athemzügen, wie nach Durchschneidung der nervi vagi etc. durch Regulation der Tiefe dieselbe Menge Sauerstoff ins Blut tritt und dieselbe Menge Kohlensäure entlassen wird; nach ausgiebiger Ventilation der Lunge tritt Apnoe ein; wir sind nicht im Stande, längere Zeit willkürlich tiefer und zahlreicher zu athmen. Bei körperlicher Anstrengung wird aber in den Organen mehr zersetzt und darum in Folge davon häufiger geathmet; wenn in der Kälte ohne reichlichere Nahrungszufuhr wirklich durch ausgiebigeres und häufigeres Athmen auf die Dauer mehr Sauerstoff eintreten sollte als in der Wärme, so kann dies auch nur eine Folge einer grösseren Zersetzung im Körper sein.

Die Sauerstoffaufnahme in das Blut richtet sich nicht allein nach der Zahl und Tiefe der Athemzüge oder der Zahl der Herzschläge, sondern auch nach der Fähigkeit des Blutes, bei seinem Durchgang durch die Lunge Sauerstoff zu absorbiren. Es wird das Blut unter sonst gleichen Umständen um so mehr leisten, je mehr Hämaglobin in gleicher Zeit durch die Lunge geht, d. h. je grösser das Volum der Lungengefässe im Verhältniss zu den übrigen Körpergefässen ist, und je grösser der Gehalt an Hämaglobin in der gleichen Blutmenge ist. Es ist desshalb der prozentige Gehalt an

Hämaglobin wichtig, der nach den Untersuchungen von Dr. Subbotin sehr verschieden ist; bei reichlicher Eiweisszufuhr ist er hoch und es kann desshalb mehr Sauerstoff ins Blut treten; bei Zusatz stickstofffreier Stoffe ist er geringer. Ist das Blut nichts nütze, so wird trotz der heftigsten Athemanstrengungen oder reichlicher Zufuhr von zersetzbarem Material zu den Organen nichts dadurch zu Stande gebracht; der Gesunde vermag bei der Arbeit viel mehr Sauerstoff als in der Ruhe zu binden, der Leukämische mit weniger farbigen Blutkörperchen leistet trotz zahlreicher Athemzüge bei der Ruhe schon das Maximum.

Es muss aber auch ferner der in's Blut aufgenommene Sauerstoff in den Organen in Beschlag genommen werden, sonst kann trotz zahlreicher Athemzüge kein neuer mehr eintreten; wenn also wenig Stoffe unter die Bedingungen der Zersetzung gerathen, so ist auch die Gesammtsauerstoffaufnahme gering. Sie ist desshalb gering bei Hunger oder Zufuhr von stickstofffreien Stoffen und gross bei reichlicher Zufuhr von Eiweiss. Darum fanden auch Henneberg und Stohmann die Zahl der Herzschläge und Athemzüge beim Wiederkäuer abhängig von dem Eiweissreichthum des Futters.

Der mechanische Theil der Athmung hat nur das Geschäft der Füllung oder der Abgabe zu übernehmen; wieviel im Maximum geleistet wird, richtet sich nach den anderen Faktoren, von denen die Athmung abhängig ist. Man könnte ebensogut wie Liebig sagen, die Menschenmenge, welche in einen Saal eintreten kann, sei lediglich abhängig von der Häufigkeit, mit der die Eingangsthüre desselben geöffnet wird, während es doch zunächst auf die Capacität des Saales ankommt, dann darauf, ob bei jeder Oeffnung der Thüre auch Jemand hineinspaziert und endlich ob nicht durch eine zweite Thüre eine Entleerung stattfindet.

b. Liebig suchte nun die Abnahme des im Körper angesammelten Fettes bei vorwiegendem Fleischgenuss aus dem geringen Respirationswerthe des Fleisches gegenüber dem des Fettes und der Kohlehydrate zu erklären, während ich gesagt habe, die Erfolge der Bantingkur liessen sich nicht aus den früheren Ansichten über die Zersetzungen im Körper ableiten. Um seinen Ausspruch

zu beweisen, vergleicht er den Bedarf eines Menschen bei Fleischnahrung mit dem eines Hundes, was natürlich ein ganz unzulässiges Verfahren ist, welches mir vorgeworfen wurde, obwohl ich es mir nie habe zu Schulden kommen lassen, sondern umgekehrt gegen die Unstatthaftigkeit desselben mich ausgesprochen habe. Er sagt, ein 34 Kilo schwerer Hund braucht täglich 1500 Fleisch, ein doppelt so schwerer Mensch reicht damit für seinen Respirationsbedarf nicht aus. Ein arbeitender Mann verzehrt nach ihm bei gewöhnlicher Ernährung im Tag 549 Fleisch, 117 Fett und 352 Kohlehydrate; wenn derselbe also 1500 Fleisch geniesst, so bleiben zum Ersatz des Fettes und Stärkmehls nur 951 Fleisch, die kaum hinreichen, um die Kohlehydrate zu decken (97.2 Stärke = 309.7 Fleisch, nach der zur Verbrennung nöthigen Sauerstoffmenge berechnet); der Körper muss also die fehlenden 117 Fett zuschiessen, daher die Abmagerung.

Diese ganze Rechnung ist falsch, da die Voraussetzungen dafür falsche sind. An Liebig scheinen alle neueren Erfahrungen der Physiologie spurlos vorübergegangen zu sein.

Ein Hund kann allerdings unter Umständen 1500 Fleisch zur Erhaltung nöthig haben, unter anderen Umständen aber, z. B. wenn er sehr fett geworden ist, braucht er viel weniger. So ist es auch bei dem Menschen; wenn ein kräftiger Arbeiter die genannte Ration nöthig hat, um seinen Körper auf seinem Bestand zu erhalten, wer sagt denn Liebig, dass ein unmässig fetter, der die Bantingkur gebraucht, eben so viel nöthig hat? Soll denn ein angestrengt Arbeitender nicht mehr bedürfen, als ein in seinem Fett beinahe Erstickender? Das ist ja gerade die Krankheit, dass fette Leute, obwohl sie viel weniger essen als die mageren, doch fortwährend ansetzen. Der Chemiker Liebig hat immer noch die Idee, dass ein Organismus ein bestimmtes Respirationsbedürfniss habe und eine bestimmte Menge von Sauerstoff aufnehmen und eine bestimmte Menge Wärme erzeugen müsse, wesshalb er glaubt, die Respirationsäquivalente von Fleisch, Fett oder Kohlehydraten rechnen zu können, während er nichts berechnet als die Sauerstoffmengen, welche dieselben bei der Elementaranalyse nöthig haben, um sich in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln. Im Thierkörper ver-

halten sich diese Stoffe aber nicht so, denn in ihm ist die Sauerstoffaufnahme bei gleichem Stand des Körpers je nach der Nahrung sehr verschieden und auch die Menge der erzeugten Wärme trotz gleicher Wärmehöhe in ihm. Die Wärmeregulation ist der Art, dass bei gleicher Wärmehöhe die Menge der erzeugten Wärme wenigstens um das Dreifache hin- und hergehen kann. Gibt man einem Organismus Fleisch, so wird viel Sauerstoff aufgenommen und viel Wärme geliefert; der Chemiker würde nun berechnen, wie gross das Respirationsbedürfniss dieses Organismus ist und wieviel er Fett verbrennen muss, um bei Abzug einer gewissen Fleischmenge jenes Bedürfniss zu decken; gibt der Physiologe aber diese Fettmenge, so wird viel weniger davon verbrannt, als der Chemiker ausgerechnet hat und die Wärmehöhe hat sich nicht geändert. Im Körper sind darum auch 240 Stärkemehl nicht 100 Fett äquivalent. Die Sauerstoffaufnahme richtet sich eben nicht nach einem eingebildeten Respirationsbedürfniss, sondern nach ganz anderen Faktoren. Ein Bedürfniss bestimmt überhaupt nie die Zersetzung im Körper; es wird darin nicht Stoff zersetzt, weil Wärme und mechanische Arbeit geliefert werden muss, sondern es wird aus ganz anderen Gründen zersetzt, die wir durch die Ernährungsversuche zu eruiren suchten, und jene Kraftäusserungen sind die Folge davon.

In einem fetten Menschen ist der Strom der Ernährungsflüssigkeit und die Blutmenge geringer, er nimmt desshalb weniger Sauerstoff auf als ein magerer und verbrennt weniger Eiweiss, Fette oder Kohlehydrate; er braucht also zur Erhaltung seiner Körpermasse ungleich weniger von diesen Stoffen und nimmt bei einer gewissen Zufuhr zu, bei der ein magerer von seinem Körper abgibt.

Je mehr Fett mit der Nahrung eintritt oder je mehr Fett am Körper abgelagert ist, desto geringer ist aus den genannten Gründen die Sauerstoffaufnahme und die Zersetzung und desto grösser der Ansatz; zugleich nimmt die Blutmenge immer mehr und mehr ab und so abermals die Sauerstoffaufnahme. Dies steigert sich zuletzt bis zum Unerträglichen; das Maximum der Sauerstoffaufnahme ist sehr niedrig. Selbst dieses kann häufig durch körperliche Anstrengung oder zahlreichere und tiefere Athemzüge nicht erreicht werden, da die dicken Leute durch die Unförmlichkeit ihres Kör-

pers an raschen Bewegungen gehindert sind und die mit Fett bedeckten Baucheingeweide den Athemzügen einen grossen Widerstand entgegensetzen, so dass sie leicht ausser Athem kommen.

Man muss daher bei ihnen das Maximum der Sauerstoffaufnahme zu vergrössern suchen und dies geschieht zunächst, indem man in der Nahrung absolut und relativ so viel als möglich Eiweiss, am besten fettarmes Fleisch, zuführt, dadurch wird mehr Sauerstoff in den Organen verbraucht und auch mehr Blut erzeugt, so dass allmählich von dem im Körper abgelagerten Fett verbrannt wird. Nimmt so die relative Menge des Eiweisses im Körper zu, so steigert sich abermals die Möglichkeit des Sauerstoffverbrauchs und der Körper wird auch beweglicher, um dann durch Anstrengungen desselben stets das mögliche Maximum des zerstörenden Sauerstoffs in den Körper zu pumpen. Schliesslich ist, wenn der Körper mager geworden ist, die zugeführte Fleischmenge allerdings nicht mehr genügend und der Körper würde hungern, und, wie Liebig annimmt, Fett von sich abgeben; sobald aber diese Grenze erreicht ist, muss man zum Fleisch stickstofffreie Stoffe zugeben, und es ist dann gefährlich, mit reiner Fleischkost noch fortzufahren, wie man aus Erfahrung weiss. Die Bantingkur ist keine Hungerkur.

Nur der Respirationsapparat konnte uns hierüber die richtige Erklärung verschaffen und es ist auffallend, dass Liebig es vermeidet, von seinen Früchten zu sprechen.

VII.

Zum Schlusse sei es mir erlaubt, noch zwei Punkte, nämlich die zwei irrigen Vorstellungen zu besprechen, auf welche nach Liebig der Mangel an Verständniss der Ernährungs- und diätetischen Gesetze zurückgeführt werden muss.

a. Die eine irrige Vorstellung ist: „Dass man bei Versuchen über Ernährung ein Thier als den Repräsentanten aller Thiere häufig angesehen und sich berechtigt geglaubt hat, aus dem Resultate solcher Versuche mit diesem einen Thier Folgerungen für den Ernährungsprozess im Allgemeinen, von dem des Fleischfressers z. B. auf das Verhalten des Pflanzenfressers, zu ziehen, und von der Wirkung, welche die vegetabilische Nahrung im Körper des

Fleischfressers hat, rückwärts Schlüsse auf den Ernährungswerth des Fleisches und umgekehrt zu machen." Diese Vorstellung ist Liebig eigenthümlich. Ich habe allerdings beim Fleischfresser Untersuchungen über die Gesetze der Zersetzungen im Körper unter verschiedenen Einflüssen gemacht, weil ich einsah, dass sie bei ihm am leichtesten zu eruiren sind; ich habe aber dann nicht von vornherein angenommen, dass sie sich beim Menschen oder Pflanzenfresser gerade so verhalten, wenn dies für die allgemeinen Prinzipien auch äusserst wahrscheinlich war, sondern ich oder Andere haben dann die Verhältnisse an diesen geprüft. So sind durch Ranke und Pettenkofer und mich die Gesetze des Eiweissumsatzes, die für den Fleischfresser festgestellt waren, am Menschen, und durch Henneberg und Stohmann am Rind und an Ziegen bestätiget worden. Niemals habe ich ohne vorhergehende Prüfung und ohne Berechtigung eine solche Uebertragung gemacht; ich hätte gewünscht, dass Liebig einen bestimmten Fall der Art bezeichnet hätte, statt eine allgemeine Anklage zu erheben. Ich habe nicht nur an einem einzigen Thiere, am Hunde, sondern auch an Kaninchen, Katzen, Tauben, Gänsen, Ziegen, Kühen und Menschen Ernährungsversuche angestellt; ich weiss nicht, was ich noch mehr thun soll. Man könnte diesen Vorwurf viel eher gegen Liebig selbst richten, da er sich in seiner Abhandlung mehrmals solche unzulässige Uebertragungen erlaubt hat (S. 107, 117, 135).

b. „Ein zweiter ebenso grosser Irrthum liegt, sagt Liebig, darin, dass manche Physiologen dem Eiweiss eine Wirkung zuschreiben, die ihm, seiner Natur nach, gar nicht zukommt. Das Eiweiss ist nichts anderes für den Thierkörper, als was Kohlensäure, Wasser und Ammoniak für die Pflanzen sind, und so ist denn sein Werth hoch genug; aber besondere Wirkungen kommen dem Eiweiss nicht zu, und es ist ein Fehler im Verständniss der Natur des Eiweisses, wenn man glaubt, mit dem Eiweissbegriff physiologische Erscheinungen erklären zu können. Das Eiweiss wirkt nur durch die Dinge, die daraus erzeugt werden, und so ist es mir so gut wie unmöglich, mich in die modernen Begriffe von Organeiweiss und cirkulirendem Eiweiss hineinzufinden, die denn doch einerlei Ding sind; sie verwirren mich zuletzt in dem Grade,

dass ich, um einen trivialen Ausdruck zu gebrauchen, Rechts von Links nicht mehr zu unterscheiden weiss.“ Ich bedauere, dass Liebig die Lehre von dem Cirkulations- und Organeiweiss nicht aufgefasst hat, während Andere dieselbe sehr wohl begriffen haben.

Ich schreibe dem Eiweiss auch nur solche Wirkungen zu, welche ihm seiner Natur nach zukommen und ich lasse es ebenfalls nur durch die Dinge wirken, welche daraus erzeugt werden. Chemisch betrachtet ist natürlich das von mir sogenannte Organeiweiss ganz das gleiche wie das cirkulirende, aber vom physiologischen Standpunkte aus verhalten sie sich nicht gleich, denn das Eiweiss übernimmt verschiedene Aufgaben im Thierkörper, je nachdem es fester gebunden ist und ein Organ darstellt, oder flüssig ist und mit dem Säftestrom sich bewegt. Wenn man einem Thierkörper, z. B. einem Hunde, während mehrerer Tage keine Nahrung zugeführt hat, so zersetzt er im Tag eine gewisse kleine Menge Fleisch (z. B. 160 Grm.), obwohl am ganzen Körper noch eine grosse Fleischmenge (z. B. 20 Kilo) sich befindet; er zersetzt also 0.8 $^0/_0$ der Fleischmenge des Körpers. Gibt man dem Thiere nun 2 Kilo Fleisch als Nahrung, so zersetzt es jetzt bei einem Fleischgehalte des Körpers von 22 Kilo 2000 Fleisch, d. i. 9 $^0/_0$ der Fleischmenge des Körpers. Wenn am 8. Hungertage bei einer Fleischmenge des Körpers von 17.7 Kilo 18mal weniger Fleisch zerstört wird als am ersten Hungertage, so sind am ersten Hungertage nicht auch 18mal mehr Fleisch, d. h. 318 Kilo, am Körper gewesen, sondern nur 20 Kilo.

Das Eiweiss im Körper verhält sich also, wie Jedermann aus diesen Beispielen ersieht, der Zersetzung gegenüber nicht gleich. Das eine ist in grösster Menge am Körper und noch beim Hunger vorhanden, es ist stabil, da sich beim Hunger nur ein kleiner Bruchtheil zersetzt; das andere ist in geringerer Menge vorhanden, aber es wird ein grosser Bruchtheil von ihm zersetzt. Von ersterem kommt wenig unter die Bedingungen der Zersetzung, vom zweiten viel. Da nun die Zersetzung in den ersten Tagen des Hungers nach vorhergehender reichlicher Eiweissaufnahme, oder während reichlicher Eiweissaufnahme so unverhältnissmässig grösser ist, so muss man schliessen, dass vorzüglich das durch die Nahrung zuge-

führte Eiweiss den Bedingungen der Zersetzung verfällt; das stabilere ist das in den Organen, auch beim Hunger abgelagerte Eiweiss.

Man könnte bei dieser Erfahrung stehen bleiben und sagen, es verhält sich das Eiweiss im Körper sehr ungleich; das eine die Organe aufbauende wird nur schwer angegriffen, das andere, vorzüglich von der Nahrung herrührende, unterliegt leicht der Zersetzung. Man kann sich aber noch eine weitere Vorstellung machen, wie sich das mit der Nahrung aufgenommene Eiweiss im Körper verhält und warum es unter die Bedingungen der Zersetzung kommt und grösstentheils zerstört wird. Es ist gewiss, dass es zunächst ins Blut übergeht und dass von da ein Ausgleich mit den Organen stattfindet; der Ueberschuss verlässt das Blut und gelangt mit der Ernährungsflüssigkeit in die Organe und kommt dann von da theilweise durch die Lymphgefässe wieder ins Blut zurück. Auf diesem Wege muss also die Zersetzung stattfinden und es ist am wahrscheinlichsten, dass die Bedingungen dafür beim Durchtritt der Ernährungsflüssigkeit durch die Organe gegeben sind. Darum nenne ich das Eiweiss, welches der Zersetzung anheimfällt, das cirkulirende Eiweiss, das andere die Organe darstellende das fester gebundene Organeiweiss. Da das Eiweiss der Nahrung grösstentheils in Cirkulation geräth, so wird viel davon zersetzt; beim Hunger wird täglich nur ein kleiner Theil des Organeiweisses zu cirkulirendem und zerfällt; die Zersetzung richtet sich nach der Mächtigkeit des eiweisshaltigen Säftestromes.

Liebig selbst hat gefühlt, dass nicht alles Eiweiss im Körper sich den Bedingungen der Zersetzung gegenüber auf die gleiche Weise verhält; er sagt z. B. (S. 70): „Die nämlichen Ursachen, welche diesen Ueberschuss zerstören, können im normalen Zustande der Ernährung auf die Blutbestandtheile selbst keine Wirkung haben; denn diese würden sonst beim Mangel an Ersatz durch die Nahrung oder im Hungerzustande ebenso rasch dem zerstörenden Einflusse dieser Ursachen verfallen müssen, als wie ihr Ueberschuss in der Nahrung verfällt.“ Der Ueberschuss kommt also nach ihm unter die Bedingungen der Zersetzung, die Blutbestandtheile nicht so reichlich; letztere entsprechen meinem Organeiweiss, ersterer

dem cirkulirenden. Liebig nimmt 2 verschiedene Arten der Zerstörung von Eiweiss an, im Stoffwechsel und im Respirationsprozess; ich dagegen nur eine, jedoch ein ungleiches Verhalten des Eiweisses im Körper.

Liebig hätte sich viel leichter mit meinen Schlüssen befreundet, wenn er nicht immer noch seine irrige Vorstellung vom Stoffwechsel als einen Untergang des Organisirten hätte, für das das Eiweiss der Nahrung als Ersatz einzutreten habe, die ihn jetzt zu der Annahme von zwei Arten der Zerstörung des Eiweisses treibt. Da man sich vom Fleisch allein ernähren kann, so meint er (S. 71), nur ein Theil desselben hätte zum Wiederersatz der im Stoffwechsel umgesetzten organisirten Körpertheile gedient, der andere Theil hätte sich im Respirationsprozess zersetzt und dabei die Wärme geliefert. Das ist ganz die alte Lehre von der Luxusconsumption und der doppelten Harnstoffquelle von Frerichs und Bidder und Schmidt, welche Bischoff, die frühere Liebig'sche Lehre, nach der nur das Organisirte und zwar durch die Muskelarbeit zerfallen soll, vertheidigend, so lebhaft bekämpft hat und welche ich jetzt merkwürdiger Weise Liebig gegenüber bekämpfen muss.

Es gibt keinen Stoffwechsel im Sinne Liebig's, d. h. einen Untergang organisirter Theile durch die Arbeit und einen Wiederaufbau derselben getrennt von einem Untergang im Respirationsprozess. Das Eiweiss geht immer auf die gleiche Weise zu Grunde und zwar beständig, indem der Säftestrom durch die organisirten Theile geht; es ist schwer zu sagen und für uns hier ganz gleichgültig, ob dabei das unorganisirte, in den meisten Fällen eben erst durch die Nahrung zugeführte Eiweiss zersetzt wird, oder das ältere Eiweiss der organisirten Theile dem Zerfall unterliegt und durch neues ersetzt wird. Wenn ich sage, es sind 100 Fleisch umgesetzt worden, so meine ich damit nicht, wie ich oft gesagt habe, dass 100 organisirter Muskel eingerissen worden sind, sondern dass irgendwo im Körper soviel Eiweiss, als in 100 Fleisch mit 3.4% Stickstoff sich befinden, zerstört worden ist.[1] Durch die Zersetzung des Eiweisses

1) Noch in neuester Zeit hat mich hierin Schenk (Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wissensch. 1870, 2. Abthlg.) völlig missverstanden, wenn er sagt, wir hätten kein Recht, bei erfolgtem Fleischansatze den Stickstoffgehalt des angesetzten

wird immer auch Wärme erzeugt, und es kann so viel erzeugt werden, dass alle Wärme dadurch geliefert wird; Stoffwechsel findet sich nicht nur am Eiweiss, sondern auch im Fett, Wasser, Salzen etc.

Früher hatte man die Idee, die Muskelarbeit zerstöre einen Theil der Muskelsubstanz und man meinte, man brauchte nur die dieser Zerstörung entsprechende Eiweissmenge in der Nahrung zuzuführen. ein Plus darüber sei Luxus oder verbrenne und gebe Wärme. Hätte man gewusst, dass die Arbeit gar kein Faktor bei der Zersetzung des Eiweisses ist, und hätte man einen Grund für den Zerfall der grösseren Eiweissmenge bei reichlicherer Zufuhr gekannt, so hätte man diesen Unterschied gar nicht gemacht. Die Trennung eines Untergangs im Stoffwechsel und im Respirationsprozess würde voraussetzen, dass die grösseren Eiweissmengen überflüssig sind oder durch andere, z. B. stickstofffreie Stoffe, vertreten werden können und dass es eine scharfe Grenze gibt, wo das Nothwendige eben gedeckt ist und der Luxus beginnt; ich glaube in meinen früheren Schriften durch eingehende Versuche diese Voraussetzungen hinreichend widerlegt zu haben.[1])

Durch meine Untersuchungen über die Verschiedenheiten der Eiweisszersetzung unter den verschiedensten Umständen ist man über die Ursachen derselben so ziemlich ins Klare gekommen, und es ist völlig vergebens, wenn Liebig die durch Versuche längst abgethanen veralteten Ideen Anderer, die er früher als widersinnig bezeichnet hatte, zu halten sucht.

Ich war darauf gefasst, von einem Manne wie Liebig manche falsche Schlussfolgerungen aus meinen Versuchen nachgewiesen zu bekommen, denn wer hat sich nicht geirrt, der in so schwierigen Gebieten sich bewegt; aber ich war im Stande, Punkt für Punkt die Einwendungen Liebig's gegen die Resultate meiner Unter-

---

Fleisches ohne Weiteres dem des Futterfleisches gleichzusetzen. Man findet ferner allerdings, wie ich selbst angegeben habe, beträchtliche Unterschiede im Stickstoffgehalt verschiedener Fleischproben desselben Thieres und verschiedener Individuen der gleichen Thierspecies, vorzüglich bedingt durch den ungleichen Wasser-, Bindegewebs- und Fettgehalt. Ich habe daher zu meinen Versuchen nur Fleisch von ungemästeten Rindern genommen, das nach meinen Analysen nur geringe Differenzen zeigt.

1) Zeitschrift f. Biol. 1867 Bd. III S. 26—44 und 1868 Bd. IV S. 517—530.

suchungen als grundlos zu erweisen. Es hat sich mir dabei so recht die tiefe Kluft, welche seinen und meinen Standpunkt trennt, gezeigt. Er steht noch auf dem Boden, den er sich vor 25 Jahren geschaffen; von chemischen Erfahrungen aus versucht er Uebertragungen und Schlüsse zu machen auf die Vorgänge im Thierkörper; er hat eine grosse Wirkung durch seine Ideen hervorgebracht und von seinem Wurfe ging die ganze Bewegung zum Studium der Zersetzungen im Thierkörper aus. Aber er vergass zum Bedauern derer, die seine hohen Verdienste um die Wissenschaft wohl mehr kannten und ehrten, als seine Schmeichler, dass dies alles nur Ideen und Möglichkeiten sind, deren Richtigkeit durch den Versuch am Thier erst geprüft werden musste, und dies ist der Boden, auf den ich mich gestellt habe.

Ich könnte eine grosse Anzahl von Beispielen anführen, aus denen hervorgeht, dass wir ohne Befragung des Thierkörpers stets Irrungen ausgesetzt sind, da in ihm die Bedingungen durchaus andere sind als in einer Retorte. Es war aber anfangs kein anderer Weg möglich als der von Liebig eingeschlagene, durch welchen erst die übrigen uns zugänglich wurden.

Statt nun die Entwicklung der von ihm begründeten Wissenschaft mit Freuden zu begrüssen und die Früchte seiner Saat, sowie den Dank ihn auf den Händen tragender Jünger zu erndten, will er dem Wachsthum Stillstand gebieten, ja er sucht die junge Pflanzung zu zerstören, weil die Versuche häufig anders gesprochen, als er zu ahnen glaubte.

Es war vor 26 Jahren, als Liebig durch die Angriffe von Berzelius genöthigt war, dessen Verhältniss zu der damals aufblühenden organischen Chemie darzulegen. Er sprach sich dabei wie folgt aus:

„In den letzten Jahren, wo Berzelius aufhörte, experimentellen Antheil an der Lösung der Fragen der Zeit zu nehmen, wandte sich seine ganze Geisteskraft theoretischen Spekulationen zu, aber ungeschützt und nicht getragen durch eigene Anschauung, fanden seine Ansichten keinen Widerhall oder Anklang in der Wissenschaft. So lange sich die Forschungen in seinem eigenen Gebiete bewegten, waren die von ihm darin erworbenen Erfahrungen leuchtende Führer

in der wissenschaftlichen Richtung, allein ein neues und ihm fremdes Feld ist seitdem mit Nutzen bebaut worden, neue Erscheinungen wurden entdeckt, widersprechend früheren Ansichten, unerklärbar durch die bis dahin gemachten Erwerbungen in der Wissenschaft. Auf sie gestützt, machten sich neue und geänderte Betrachtungsweisen geltend, unwiderstehlich für alle diejenigen, welche ihre Bedeutung durch eigene Forschung erkannt hatten, und es ist nun der Kampf der früheren mit den neuen Ansichten, die als eine natürliche Folge des Fortschrittes sich entwickeln mussten, welchen Berzelius einseitig begonnen hat, ein Kampf, dessen Endresultat sich leicht voraussehen lässt.

Zur Zeit seines ersten Auftretens in der Wissenschaft herrschten Ansichten, die Berzelius kein Bedenken trug, im Interesse der Sache zu bekämpfen; er that noch weit mehr; die Geschichte der Wissenschaft zeigt, mit welchem Erfolge es ihm durch seine Untersuchungen gelang, bessere an ihre Stelle zu setzen. In der naturgemässen Erweiterung und tieferen Begründung der Wissenschaft liegt es, dass viele seiner Ansichten das Schicksal derer haben werden, die vor ihm bestanden; von ihnen aus müssen sich bessere und der Wahrheit, die wir suchen, näher stehende entwickeln. Sie zu bekämpfen mit Gründen älterer Beobachtungen, ohne eigene Untersuchungen, dies war der Weg, den Berzelius neuerdings einschlägt, ein Weg, der voraussichtlich nicht zum Ziele führen kann.

Jeder Autor einer langen und mühsamen Untersuchung nimmt gewiss das erste Recht in Anspruch, Folgerungen daran zu knüpfen und Schlüsse daraus zu ziehen, die Zusammensetzung der entdeckten Körper zu interpretiren und ihnen einen Ausdruck zu geben. Was war nun der Antheil, den Berzelius an diesen Untersuchungen nahm? Zeigte er durch neue Versuche die Unrichtigkeit dieser Ausdrücke, bewies er die Falschheit der Folgerungen und Schlüsse durch den Widerspruch mit seinen eigenen Erfahrungen? Alles dies geschah nicht.

Keiner von allen denen, deren Arbeiten in dieser Weise von Berzelius in seinem gewiss guten Glauben verbessert wurden, nahm seine Ansichten an, und ein unlösbarer Zwiespalt konnte nicht ausbleiben. Nie, in keinem Verhältniss, würde Berzelius diese

Art von Herrschaft von Anderen ertragen, er würde sie mit allen seinen Kräften zurückgewiesen haben. Dass dies letztere bis jetzt nicht geschah, beruhte auf der hohen Achtung, die man für ihn hegt, von der ein Jeder für ihn durchdrungen ist und immer sein wird, der seine unermesslichen Arbeiten kennt."

Die eine Ueberzeugung habe ich beim Niederschreiben dieser mir abgedrungenen Vertheidigung geschöpft, nämlich die, dass die Lehre von der Ernährung in unaufhaltsamer und fröhlicher Entwicklung begriffen ist. Das Schiff, das lange nur von zufälligen Strömungen bewegt wurde, weil ihm das Steuer, der Versuch, fehlte, welches ihm eine bestimmte Richtung gegeben hätte, verfolgt nun unablässig seine Bahn. Wer im Ungewissen treiben will, mag es thun, aber er wird die Entfernung zwischen sich und den Anderen immer grösser und grösser werden sehen, und er wird keinen Antheil mehr daran haben, wenn diese reich beladen mit Schätzen wieder heimkehren.

Histiologische und physiologische Studien.

Von

G. Valentin.

Neunte Abtheilung.[1])

XX. Die Erkenntniss alter Blutmassen, deren Wasserverdünnung keine Bänder mehr im Spectroskop zeigt.

Als ich zuerst die bedeutende Empfindlichkeit der spectroskopischen Blutproben bemerkte und sie desshalb als eines der feinsten Hilfsmittel für gerichtlich medicinische Fälle empfahl, hob ich zugleich hervor, dass der Mangel der Blutbänder keineswegs berechtigt, das Vorhandensein von Blut in Abrede zu stellen.[2]) Wenn hierauf Gerichtsärzte die spectroskopische Untersuchung in zweifelhaften Fällen unbedingt empfahlen und ein untrügliches Hilfsmittel in der Aufweichung eingetrockneter Massen durch eine starke Jodkaliumlösung gefunden zu haben glaubten, so scheint es ihnen, den Physiologen und Chemikern, welche die Veränderungen des Blutfarbestoffes durch Reagentien mittelst des Spectroskopes verfolgten, entgangen zu sein, dass man auf faulende Blutarten stossen kann, die keine Spur von Blutbändern zeigen, man möge sie mit Wasser, einer schwachen Lösung von kaustischem oder kohlensaurem Kali

1) Fortsetzung der Abhandlungen, die bis jetzt in der nun eingegangenen Zeitschrift für rationelle Medicin von Henle und Pfeuffer veröffentlicht wurden.

2) Der Gebrauch des Spectroskops zu physiologischen und ärztlichen Zwecken, Leipzig und Heidelberg 1863. 8. S. 101, 102. Vgl. auch Versuch einer physiologischen Pathologie des Herzens und der Blutgefässe. Leipzig und Heidelberg 1866. 8. S. 241, 242.

oder einer stärkeren von Jodkalium so sehr verdünnt haben, dass die Flüssigkeit den gesammten Spectralbezirk von *a* oder *A* bis *D*, *E* oder *b* in nicht zu dicken Schichten durchlässt.

Hat man geschlagenes Rindsblut einige Wochen oder Monate an der Luft stehen lassen, so entwickelt es reichliche Mengen von Salmiakdämpfen, sowie man einen mit Salzsäure befeuchteten Glasstab darüber hält. Deckt man das Gefäss, in dem es enthalten ist, mit einer Glasplatte, an deren Unterfläche ein Tropfen des Nessler'schen Reagens haftet, so färbt sich dieses nach einiger Zeit gelb. Das Mikroskop zeigt die einzelnen Niederschlagsmassen, von denen die Farbenänderung herrührt. Verdünnt man eine solche Blutmasse immer mehr mit Wasser, so verlöscht sie zuerst alle Strahlen des Spectrums bis auf die rothen oder diese und die rothorangen, oder beide und die gelben. Einzelne Proben zeigen dann ein breiteres oder schmaleres schwarzes zwischen *C* und *D* befindliches Band, das man nicht ganz mit Recht als Hämatinspectrum des faulenden Blutes bezeichnet hat, andere dagegen nicht. Dieser Doppelfall kann sogar an verschiedenen Portionen einer und derselben alten Blutmasse vorkommen. Bewahrte ich die Verdünnung früheren geschlagenen Rindsblutes in viereckigen mit eingeriebenen Stöpseln geschlossenen Fläschchen Wochen und Monate lang so auf, dass keine zwei Cubikcentimeter Luft darüber standen, so ereignete es sich, dass jenes Hämatinspectrum nach einiger Zeit auftrat und sich in der Folge von Neuem gänzlich verlor. Die gewöhnlichen Blutbänder dagegen dauerten Monate lang unverändert fort. Es kam nur bei starken Verdünnungen der Blutmasse vor, dass sich die Farbe der Flüssigkeit in schmutzig hellroth änderte und zugleich die bisher getrennten Blutbänder zu einem breiten und matteren zusammenrückten.

Ich untersuchte schon bei Gelegenheit meiner ersten Beobachtungen Rindsblut, das seit vier Jahren aufbewahrt worden und dessenungeachtet die gewöhnlichen Blutbänder zeigte. Eine Probe dieser Blutmasse wurde später in einem luftdicht geschlossenen Fläschchen noch mehr als sieben Jahre lang darauf aufbewahrt, so

---

1) Gebrauch des Spectroskops S. 95.

dass es ein Alter von 11 bis 12 Jahren hatte. Das Ganze war flüssig, erschien dunkel-kirschroth in dickeren Schichten und ebenso und nur sehr wenig grünlich in den dünneren Lagen und verbreitete den unangenehmen eigenthümlichen Geruch des faulenden Blutes. Es enthielt noch wesentlich dieselben mikroskopischen Bestandtheile, die ich sieben Jahre vorher gefunden hatte, reagirte in starken Verdünnungen schwach alkalisch gegen Cyaninlösungen, entwickelte reichliche Salmiakdämpfe, wenn ein mit Salzsäure befeuchteter Glasstab darüber gehalten wurde und färbte den Tropfen des Nessler'schen Reagens, der auf einer über das Glas gelegten Glasplatte haftete, in kürzerer Zeit gelb, als dieses bei zwei bis drei Monate altem frei an der Luft aufbewahrten geschlagenem Rindsblute der Fall war. Drehte man das Fläschchen, welches das 11 Jahre alte Blut enthielt, um, so dass dünne Schichten an den Wänden herabliefen, so zeigten sie sehr breite gewöhnliche Blutbänder, deren erstes von $D\,{}^1/_5 E$ bis $D\,{}^1/_4 E$ und deren zweites von $D\,{}^1/_2 E$ bis E in meinem kleineren Schwefelkohlenstoff-Spectroskope reichte. Eine 1,3 Millimeter dicke Lage des unverdünnten Blutes liess das Spectrum von seinem rothen Anfange bis $D\,{}^1/_8 E$ mit grosser Stärke und von da bis E nur spurweise durch. Stellte ich nun eine Wasserdünnung[1]) her, die $^1/_9$ dieses elfjährigen Blutes enthielt, so liess eine 9 Millimeter dicke Schicht von B bis D kraftvoll durch Eine Verdünnung von $^1/_{18}$ gab bei $2\,^1/_3$ Centimeter Dicke B bis $D\,{}^1/_8 E$ und ausserdem nur eine sehr schwache Spur des Anfangsgrün. Eine weitere Verdünnung bis auf $^1/_{36}$ liess von B bis b durch und lieferte dabei ein erstes Blutband von $D\,{}^1/_{10} E$ bis $D\,{}^1/_4 E$ und ein zweites von $D\,{}^1/_2 E$ bis E. Beide blieben im Schwefelkohlenstoff- (nicht aber im Glas-) Spectroskope kenntlich, wenn ich eine $2\,^1/_3$ Centimeter dicke Schicht einer Verdünnung von $^1/_{183,6}$ untersuchte. Das erste Band erschien bedeutend dunkler als das zweite. Eine Verdünnung von $^1/_{372}$ dagegen zeigte nur noch eine kaum kenntliche Spur des ersten Blutbandes. Frisches Rinds-

---

1) Mische ich m Volumina Blut und n Volumina Wasser, so nenne ich die Verdünnung $\frac{1}{v}$, wenn $\frac{1}{v} = \frac{m}{m+n} = \frac{1}{1+\frac{n}{m}}$ ist.

blut, das ich bei demselben Tageslichte verglich, bot noch die beiden Bänder bei $^1/_{4000}$ bis $^1/_{6000}$ auf das Deutlichste dar.

Eine Verdünnung von $^1/_{19}$ des elfjährigen Blutes lieferte a bis D bei 9 Millimeter und a bis $C^4/_5 D$ bei $2^1/_3$ Centimeter Dicke. Setzte ich einen halben Cubikcentimeter flüssiger Eisessigsäure zu 2,6 C.C. jener Mischung von Blut und Wasser, so zeigte sich ein sehr schwarzes Häminband, das von C bis $C^3/_5 D$ reichte. Es gelang mir aber nie, das Schwefelwasserstoffband in verschiedenen Verdünnungen dieser Blutmasse hervorzurufen, ich mochte das Schwefelwasserstoffgas längere oder kürzere Zeit hindurchleiten. Die Wirkung des Schwefelammoniums wird uns später beschäftigen. Mochte ich Eisessigsäure allein oder diese mit Kochsalz anwenden, so war ich doch nie im Stande, Häminkrystalle aus dem elfjährigen Blute zu gewinnen.

Wir sehen hieraus, dass diese 11 bis 12 Jahre aufbewahrte Flüssigkeit die gewöhnlichen Blutbänder auf das Deutlichste zeigte. Sie schwanden nur bei Wasserverdünnungen weit früher, als in dem frischen Blute. Die Thatsache, dass die flüssige Eisessigsäure das Häminband sehr leicht hervorrief, es mir aber bei wiederholten Versuchen nicht möglich wurde, Häminkrystalle darzustellen, dürfte nicht wenig befremden. Ein ähnliches Parodoxon zeigte sich darin, dass ich kein Schwefelwasserstoffband durch kleine oder grosse Mengen von Schwefelwasserstoff darstellen konnte, während Schwefelammonium sehr kraftvoll, aber freilich anders, als auf frisches oder wenige Monate altes Rindsblut, wie wir sehen werden, einwirkte.

Ich hatte schon in meinen früheren Beobachtungen bemerkt, dass es faulende Blutarten gibt, welche die gewöhnliche oder eine mehr oder weniger veränderte Blutfarbe zeigen, dessenungeachtet keine Spur von Blutbändern liefern, sei es, dass das Hämatinspectrum vorhanden ist oder nicht, mithin alle Absorptionsstreifen in dem letzteren Falle mangeln. Eine Beobachtung von Hoppe-Seyler[1]) lehrt, dass schon das Gleiche in dem lebenden Körper vorkommen kann. Eine rothe in Kropfcysten enthaltene Flüssigkeit zeigte das Hämatinspectrum, aber keine Blutbänder. Da die spectro-

1) Virchow's Archiv. Bd. 27, 1863. S. 393.

skopische Probe für eine Blutmasse, die alle Farben von Roth bis Blau bis auf die Fraunhofer'schen Linien ununterbrochen durchlässt, hinwegfällt, so stellte ich mir die Frage, ob es nicht möglich sei, charakteristische Absorptionsstreifen oder die gewöhnlichen Blutbänder durch passende Reagentien hervorzurufen. Man wird sehen, dass ich zu einer bejahenden Antwort gelangte. Ich prüfte zugleich, ob und unter welchen Verhältnissen sich noch Häminkrystalle aus solchen bandlosen Blutmassen darstellen lassen, in welchem Falle die Bereitung dieser Kryställchen noch möglich ist, wenn das Spectroskop versagt und wann das Umgekehrte stattfindet.

Ich hatte mir zu diesem Zwecke verschiedene Proben geschlagenen Rindsblutes und eine Reihe von Blutflecken, im Ganzen 40, die von dem Rinde, der Taube und dem Frosche stammten, seit Jahren aufbewahrt. Eine grössere Menge von Rindsblut, das ich seit $4^1/_2$ Jahren in einem verkorkten Glase stehen liess, eignete sich vorzugsweise zu diesen Prüfungen, weil sie grösstentheils vollkommen bandlos war, einen schmalen Hämatinstreifen nur in einzelnen seltenen Proben darbot, nie aber eine Spur von Blutbändern in hunderten der mannigfachsten Beobachtungen lieferte. Sie diente mir zu den vielfachen Irrfahrten, die ich mit den verschiedensten Reagentien anstellte.

Konnte ich schon früher nicht dringend genug den Gebrauch eines Schwefelkohlenstoffprismas für die Untersuchung der Blutbänder in sehr verdünnten Blutlösungen empfehlen, so muss ich jetzt das Gleiche für die faulenden Blutarten noch nachdrücklicher wiederholen, weil diese eine weit geringere Färbekraft als das frische Blut besitzen, und daher ihre Absorptionsstreifen bei weit geringeren Verdünnungen unmerklich werden. Nimmt man hier ein Glasprisma mit Fernrohr oder ein gerades Spectroskop mit mehreren Prismen, wie sie z. B. zur Untersuchung der atmosphärischen Linien gebraucht werden, so findet man sich schon bei den ersten Schritten der uns hier beschäftigenden Beobachtungen gehemmt, weil die Lichtabsorption zu stark ist und daher die Bänder bei verhältnissmässig schwachen Verdünnungen unsichtbar werden.

Verdünnt man frisches Blut allmählich, so lässt es zuerst nur Roth in Schichten von 1 bis 4 Centimeter durch. Kommt auch

später das Grün zum Vorschein, so sieht man im Anfange ein breites schwarzes Band, das z. B. von D bis $D\,{}^4/_5\,E$ oder noch etwas weiter in meinem Schwefelkohlenstoffprisma reicht. Man erkennt aber noch das gegen das Blau hin sich erstreckende Endgrün. Verdünnt man noch mehr, so trennt sich allmählich das eine dunkle Band durch einen helleren Zwischenraum in zwei. Man bekommt hierauf die beiden gewöhnlichen Blutbänder, von denen das erste ungefähr von D oder $D\,{}^1/_{10}\,E$ bis $D\,{}^1/_3\,E$ und das zweite zwischen $D\,{}^2/_3\,E$ und $D\,{}^9/_{10}\,E$ oder selbst $E\,{}^1/_6\,b$ dahingeht, wenn ich ein kleineres Schwefelkohlenstoffprisma gebrauche. Die Breite desselben wechselt übrigens mit der Dichtigkeit der Lösung, wie ich früher schon erläutert habe.[1])

Behandelt man frisches verdünntes Blut mit einer wässerigen Lösung von Schwefelammonium oder mit Weinsäure und einer Auflösung von Zinnchlorür oder schwefelsaurem Eisenoxydul nach der Vorschrift von Stokes[2]), so liefert der hierdurch angeregte Reductionsvorgang ein einziges Band, das man mit dem Namen des Reductionsbandes zu bezeichnen pflegt. Ich schlug schon früher[3]) den Namen des Zwischenbandes vor, weil ein Theil desselben gerade in den hellen Zwischenraum zwischen den beiden gewöhnlichen Blutbändern fällt. Hat man es in grösstmöglichster Schwärze und verdünnt dann das gewässerte Blut immer mehr, so wird es nach und nach blasser, geht aber nicht in die zwei gewöhnlichen Blutbänder über. Man erhält diese dagegen, so wie man die Mischung mit Sauerstoffgas und oft auch nur mit Atmosphäre schüttelt. Lässt man eine grössere Menge der Flüssigkeit an der freien Luft stehen, so können in günstigen Fällen Wochen verlaufen, ehe sich die gewöhnlichen Blutbänder, selbst nur in den der Oberfläche nahen Schichten, hergestellt haben.

Die alten faulenden Blutmassen bieten andere Wirkungen dar. Sie liefern schon bei gewöhnlicher Wärme ausnahmslos zwei Reductionsbänder, ein erstes, das den Namen des Zwischenbandes noch mehr verdient, als das des frischen Blutes,

1) Der Gebrauch des Spectroskops S. 78.
2) Stokes Proceedings of the Royal society. Vol. XIII. 1864, p. 355.
3) Physiologische Pathologie des Herzens. S. 211, 212.

weil es oft fast genau den hellen Zwischenraum zwischen den beiden gewöhnlichen Blutbändern ausfüllt, und ein zweites, das in der Nähe von E oder b, je nach Verschiedenheit der Verhältnisse, liegt. Diese beiden Bänder nähern sich noch am meisten denen, welche Hämoglobin liefern, wenn man sie mit Schwefelalkalien in gelinder Wärme behandelt.[1]) Man hat jedoch den Unterschied, dass sich auch das zweite Reductionsband durch seine bedeutende Schwärze auszeichnet, dem ersten nur wenig nachsteht und bald bei E und bald bei b, je nach den verschiedenen Nebenbedingungen, auftritt.

Obgleich das wasserverdünnte elf- bis zwölfjährige Blut die gewöhnlichen Blutbänder zeigte, so verhielt es sich doch gegen Schwefelammonium nicht wie frisches Blut, sondern wie das $4^1/_2$-jährige, dem alle Absorptionsstreifen mangelten. Versetzte ich $3^1/_2$ Cubikcentimeter einer Verdünnung desselben von $^1/_{14,3}$ mit eben so viel von einer stark gelben wässerigen Lösung von Schwefelammonium, so zeigten sich die beiden Reductionsbänder. Ich wiederholte später den Versuch mit kleineren und mit grösseren Mengen von Schwefelammonium und erhielt stets das gleiche Hauptergebniss. Das Zwischenband oder das erste Reductionsband reichte in meinem kleineren Schwefelkohlenstoffspectrum von $D\,^1/_3 E$ oder $D\,^2/_5 E$ bis $D\,^2/_3 E$ oder $D\,^3/_5 E$. Enthielt die Mischung viel Schwefelammoniumlösung, so konnte man die Flüssigkeit aufkochen lassen, ohne dass sie sich trübte und ohne dass die beiden Reductionsbänder verloren gingen. Das erste blieb tief schwarz und das zweite wurde um so blasser, je öfter man das Kochen wiederholte. Man konnte die Mischung mit viel Atmosphäre schütteln, ohne dass sich sogleich die Bänder änderten.

Gehen wir nun zu dem $4^1/_2$-jährigen Blute ausführlicher über, so zeigte die schmutzig braunrothe, unangenehm und schwach ammoniakalisch riechende Flüssigkeit viele dunkelbraune und körnigte dem freien Auge kenntliche Massen. Das Mikroskop lehrte, dass sie vorzugsweise aus Anhäufungen kleiner, meist rundlicher Körperchen bestanden, zwischen denen zahlreiche, vollkommen regungslose

1) Siehe z.B. Preyer in Pflüger's Archiv. Bd. I. 1868. S. 439. Taf. IX. Nr. 13.

Fäden lagen. Diese zwei Arten von Bestandtheilen schwammen auch vereinzelt in der Flüssigkeit. Man erkannte ausserdem Blutkörperchen in sparsamer Menge. Sie schienen aber ihre beiderseitigen Aushöhlungen verloren zu haben. Viele kleinere Kugelgebilde, die ausser ihnen vorkamen, waren wahrscheinlich blosse Veränderungen derselben.

Der dunkle Grund des gewöhnlichen Polarisationsmikroskops und der rothe einer eingeschalteten Gypsplatte von Purpur erster Ordnung und dem Aequivalentwerthe 565 liessen eine äusserst schwache Doppelbrechung in den Fäden, eine starke hingegen in den vereinzelten oder zusammengehäuften Kryställchen, die hie und da zerstreut lagen, wahrnehmen. Die Blutkörperchen waren, wie im frischen Zustande, einfachbrechend.

Eine Blutschicht von 4 bis 5 Centimeter Dicke erschien braunschwarz bei auffallendem Lichte. Dünne an der Glaswand haftende Lagen verriethen eine deutliche grünbräunliche Färbung. Der Dichroismus erschien hier nachdrücklicher als in dem $11^1/_2$jährigen Blute. Eine wässerige Verdünnung von $^1/_{40}$ wirkte schwach alkalisch auf eine entfärbte sehr wässrige Cyaninlösung. Das zu diesem Zwecke gebrauchte Wasser allein übte einen solchen Einfluss nicht aus. Die Salmiakdämpfe entwickelten sich bei der Annäherung eines mit Salzsäure befeuchteten Glasstabes reichlicher, und die gelbe Färbung des auf dem Deckglase befindlichen Nessler'schen Reagens trat rascher ein, als in mehreren zwei Monate alten Proben geschlagenen Rindsblutes, die ich unter denselben Nebenbedingungen prüfte.

Der Gefrierpunkt der $4^1/_2$ Jahre alten Blutmasse lag tiefer, als der von frischem geschlagenen Rindsblute. Dieses war schon bei — 3° C. zu einer festen Masse überall erstarrt, als jenes noch vollkommen flüssig erschien. Das Erstere thaute auch wiederum später auf.

Wasserverdünnungen von $^1/_{15}$ bis $^1/_{40}$ liessen die Spectralfarben von *a* bis *b*, bei Dicken von 2 bis 3 Centimeter durch. Blau und Violett dagegen wurden mehr oder minder verlöscht. Man entdeckte in der Regel kein Absorptionsband irgend einer Art, wenn man selbst die Flüssigkeit in einem, mit ebenen Wänden versehenen Fläschchen von quadratischem Querschnitt und $3^1/_2$ Centimeter Seiten-

länge seines Hohlraumes untersuchte. Das oben erwähnte Hämatinspectrum zeigte sich in den allerwenigsten Fällen.

Versetzte ich eine Probe der Blutmasse mit Eisessig allein oder mit ihm und Kochsalz, so erhielt ich keine Häminkrystalle, ich mochte die Flüssigkeit bis zum Aufkochen erwärmen oder nicht. Hatte ich Kochsalz hinzugefügt, so waren viele würfelförmige Krystalle und nicht wenige Dendriten braunroth geworden. Sie gaben aber keinen deutlichen Dichroismus, wie ihn die Häminkrystalle in der Regel und die durch den Farbestoff des Bieres gerötheten Harnsäurekrystalle bisweilen liefern. Das negative Ergebniss erklärt sich aus der einfachen Brechung des Kochsalzes. Es zeigt zugleich, dass keine Spannungen vorhanden waren.

Ich konnte eben so wenig Häminkrystalle erhalten, wenn ich die Eisessigflüssigkeit langsam verdunsten liess oder Borax oder Jodkalium statt des Kochsalzes gebrauchte. Acht Tage altes geschlagenes Rindsblut dagegen, das ich vergleichungsweise mit demselben Eisessig behandelte, lieferte die zahlreichsten dichroitischen Häminkrystalle, man mochte Borax statt des Chlornatriums nehmen oder gar keine Salzverbindung hinzusetzen. Es musste unter diesen Verhältnissen nicht wenig überraschen, dass die vierjährige Blutmasse mit Eisessig und Kochsalz versetzt die zahlreichsten Häminkrystalle, von denen aber ein Theil nicht dichroitisch zu sein schien, lieferte, nachdem ich vorher Kohlenoxyd durch das unverdünnte Blut geleitet hatte.

Die Wasserverdünnung des Blutes von $^1/_{15}$, die keine Spur von Bändern selbst bei Benutzung von Sonnen- oder Gaslicht zeigte, lieferte keine dunklen Streifen im Grün, jedoch ein Schattenband bei $C^3/_5 D$, nachdem Wasserstoffgas eine Stunde lang oder Kohlenoxyd kürzere Zeit hindurchgeleitet worden. Die Gegend der D-Linie erschien etwas dunkler in dem zweiten Falle. Sauerstoff oder Kohlensäure änderte die Farbe des unverdünnten oder des mit Wasser verdünnten Blutes in keiner merklichen Weise. Bänder konnten weder bei Tages-, noch bei hellem Gaslichte beobachtet werden. Leitete ich dagegen Sauerstoffgas durch die Wasserverdünnung $^1/_{25}$ von 8 Tage altem geschlagenen Rindsblute, so wurde die Flüssigkeit heller roth. Die Blutbänder blieben getrennt, wie früher.

Mochte auch noch so lange Schwefelwasserstoffgas durch $^1/_{40}$ Verdünnung des vier Jahre alten Blutes hindurchgehen, so zeigten sich dessenungeachtet weder die Blutbänder noch das Schwefelwasserstoffband. Alle drei Arten von dunklen Streifen traten aber sogleich hervor, nachdem ich etwas geschlagenes Rindsblut hinzugesetzt hatte, das nur 8 Tage alt und in der Zwischenzeit 4mal gefroren und wiederum eben so oft aufgethaut war. Die drei Bänder blieben noch sichtbar, als die Flüssigkeit zwei Tage lang an der freien Luft gestanden hatte. Der Aufenthalt unter der Glocke der Luftpumpe führte zu keinen sichtlichen Aenderungen des vierjährigen Blutes.

Mischte ich zwei Cubikcentimeter desselben mit einem Cubikcentimeter Eisessig, so entwickelten sich Gasblasen, vermuthlich von Kohlensäure, und reichliche weisse Nebel. Setzte ich hierauf 27 Cubikcentimeter Wasser hinzu, so dass man eine Verdünnung von $^1/_{15}$ hatte, so bildete sich eine schmutzig braunrothe Flüssigkeit, in der feste braune Theilchen schwebten. Das Filtrat zeigte keine Spur von Blutbändern oder des Häminbandes.

Weder Salz- noch Schwefelsäure riefen dunkle Streifen in der alten gewässerten Blutmasse hervor. Eine Verdünnung von $^1/_{15}$, die ein matt schwarzes Band zwischen $C\,^2/_3$ und D zeigte, verlor dieses nach dem Zusatze einer geringen Menge von Salpetersäure, der die Entbindung weisser Nebel zur Folge hatte. Es kehrte aber wieder, nachdem die Mischung mit Ammoniakflüssigkeit alkalisch gemacht worden. Eine andere Wirkungsweise der Salpetersäure und die schwefelige Säure werden uns später beschäftigen. Eine wässerige Lösung von Borsäure (1,5 $^0/_0$) führte keine spectroskopischen Veränderungen herbei. Vermischte ich die Wasserverdünnung $^1/_{40}$ mit einer reichlichen Menge von kaustischer Ammoniakflüssigkeit, so erschien hiedurch keine Spur eines Bandes, wenn man die Flüssigkeit bei $1^1/_2$ Centimeter Dicke betrachtete. Untersuchte man sie dagegen in einem viereckigen Fläschchen von $3^1/_2$ Centimeter Grundlinie, so sah man einen äusserst mattschattigen Streifen bei $D\,^1/_{10}\,E$. Er fehlte in einer anderen eben so behandelten Probe von $^1/_{20}$. Kohlensaures oder schwefelsaures Natron erzeugte ebenfalls keine Absorptionsstreifen in den verschiedensten Verdünnungsgraden des vierjährigen Blutes.

Dieses verfehlte dagegen nie, ein scharf ausgesprochenes Zwischenband in Folge der Vermischung mit Schwefelammonium darzubieten. Die Wichtigkeit, welche das eben erwähnte Reagens für die Erkenntniss alter Blutmassen besitzt, möge eine ausführlichere Darstellung entschuldigen.

Hatte ich 24 C.C. Wasser mit 1 C.C. des vierjährigen Blutes vermischt und mich von der völligen Abwesenheit aller Absorptionsbänder überzeugt, so setzte ich nach und nach 9 bis 14 C.C. einer intensiv gelben Lösung von Schwefelammonium hinzu. Eine Flüssigkeitsschicht von 2 C.C. Dicke reichte dann schon hin, zwei schwarze Bänder im Grün erkennen zu lassen, ein breiteres erstes genau in der Gegend des Zwischenraumes zwischen den beiden gewöhnlichen Blutbändern und ein zweites, das mit der *E*-Linie zusammenfiel und sich noch etwas nach *D*, nicht aber nach *b* hin erstreckte. Füllte ich die Mischung in ein viereckiges Fläschchen von $3^1/_2$ Centimeter Dicke des Innenraumes, so erschienen die beiden Bänder tief schwarz. Während der grösste Theil des Blau und das Violett unsichtbar wurden, bemerkte man noch einen gesonderten schwarzen Schatten bei *F* nach *b* hin. Die bräunlich bis grünlich gelbe Lösung setzte einen braunrothen Niederschlag nach einigen Stunden ab. Man konnte sich dann leicht überzeugen, dass die Bänder nur von den festen Theilen abhingen. Sie fehlten in der vollkommen reinen Flüssigkeit, zeigten sich schon, obgleich schwächer, an denjenigen Stellen, wo sich geringe Mengen des Niederschlages an einer der Seitenwände abgesetzt hatten und traten nach dem Schütteln des Ganzen mit grosser Stärke auf, obgleich die durch die Vertheilung des Niederschlages erzeugte Trübung das Spectralbild undeutlicher machte. Eine genauere Verfolgung lehrte, dass sich die Bänder so lange erhielten, als noch sehr feine feste Theilchen schwebend blieben.

Waren vorher 5 C.C. kaustischer Ammoniakflüssigkeit zu 20 C.C. der Blutverdünnung von $^1/_{20}$ zugesetzt worden, ehe ich 5 C.C. der Schwefelammoniumlösung beimischte, so fielen die beiden erwähnten Bänder matter aus. Neue 5 C.C. machten sie dunkler und abermalige 5 C.C. tiefschwarz bei einer Flüssigkeitsdicke von $3^1/_2$ C.C. Das erste Band reichte dann von $D\,^1/_3\,E$ bis $D\,^1/_2\,E$. Das dieses

Mal schmale zweite befand sich bei *b* und nicht bei *E*. Wie auf diese Weise die vorhergehende Behandlung des Blutes mit kaustischem Salmiakgeist das Auftreten des Zwischenbandes nach der Einwirkung von Schwefelammonium nicht hinderte, so machte ich die gleiche Erfahrung in Verdünnungen des vierjährigen Blutes, die sich vorher unter der Glocke der Luftpumpe befunden hatten ($^1/_{20}$). Eine, durch welche reichliche Mengen von Sauerstoff geleitet worden, lieferte hierauf mit Schwefelammonium das zwischen den Stellen der gewöhnlichen Blutbänder liegende Zwischenband, nicht aber den zweiten Absorptionsstreifen bei *E* oder *b*. Jener erstreckte sich am folgenden Morgen von $D\,^1/_{10}\,E$ bis $D\,^5/_8$ oder $^3/_4\,E$. Die Wiederholung dieses Versuches ergab jedoch auch ein Mal den Fall, dass noch ein zweites Band zum Vorschein kam. Beide zeigten sich in $^1/_{10}$ Verdünnung, durch welche ich eine reichliche Menge von Kohlensäure vor dem Zusatze von Schwefelammon geleitet hatte. Sie erhielten sich, nachdem viel Sauerstoffgas durchgegangen, blieben noch am folgenden Tage kenntlich, obgleich sich ein braunes Pulver zu Boden gesetzt hatte und wurden schwärzer, nachdem dieses in der Flüssigkeit durch Schütteln vertheilt worden.

Ich hatte zuerst $^1/_{15}$ Verdünnung mit etwas Salpetersäure angesäuert und dann wieder mit kaustischer (und kohlensaurer) Ammoniakflüssigkeit alkalisch gemacht. Setzte ich hierauf Schwefelammonium hinzu, so erhielt ich ein Zwischenband, das von $D\,^1/_3\,E$ bis $D\,^3/_5\,E$ reichte und ein zweites genau bei *E*. Die braune Flüssigkeit erschien dann vollkommen klar. Mischte ich hierauf von Neuem Salpetersäure so lange bei, bis sich keine Kohlensäure mehr entwickelte und eine mässig saure Reaction auftrat, so waren die früheren Bänder geschwunden und ein gewöhnliches erstes Blutband an dessen Stelle getreten.

Füllte ich ein viereckiges mit einem eingeriebenen Stöpsel versehenes Fläschchen mit derjenigen Verdünnung frischen geschlagenen Rindsblutes, welche die gewöhnlichen Blutbänder gesondert zeigt, und ein zweites mit einer mit Schwefelammonium behandelten der vierjährigen Blutmasse und untersuchte beide gleichzeitig und neben einander bei wagerechtem Schwefelkohlenstoffprisma und wage-

rechter Spectroskopspalte[1]), so sah ich, wie das erste gewöhnliche Blutband des frischen Blutes bei *D* begann, das Zwischenband der alten Blutmasse dem hellen Zwischenraum zwischen beiden gewöhnlichen Blutbändern entsprach und sich in den Bezirk des zweiten desselben hinein erstreckte, das zweite bei *E* oder *b* befindliche Reductionsband dagegen dem frischen Blute mangelte und endlich beide das Blau und das Violett unsichtbar machten. Man konnte die zwei Flüssigkeiten, wenn jede das ganze Fläschchen ausfüllte, also keine Atmosphäre darüber stand, länger als sechs Monate aufbewahren, ohne dass sich die eben geschilderten Absorptionserscheinungen änderten. Die mit Schwefelammonium behandelte Flüssigkeit setzte bisweilen einen braunrothen Niederschlag ab, den man durch Schütteln vertheilen musste, um das Zwischen- und das zweite Reductionsband in gehöriger Schwärze zu erhalten. Ich habe mich dann vergeblich bemüht, diesen Uebelstand dadurch zu beseitigen, dass ich kaustisches Kali oder Ammoniak zu der Flüssigkeit hinzusetzte.

Die Angabe, dass der Sauerstoff der Luft das Spectralbild des purpurrothen Cruorins oder das Zwischenband allmählich beseitige, bestätigte sich nicht für diejenigen Versuche, die ich mit dem vierjährigen Blute aufstellte. Liess ich die Mischung an der Luft stehen, so konnte ich noch das Zwischenband und das zweite Reductionsband selbst an dem obersten Flüssigkeitsrande, der also immer mit der Atmosphäre in Berührung blieb, acht Tage lang wahrnehmen.

Diese an dem Schwefelammonium gewonnenen Erfahrungen liessen vermuthen, dass auch andere reducirende Körper das Zwischenband und das zweite Reductionsband an faulenden Blutmassen, die an und für sich keine Absorptionsstreifen in dem grünen Theile des Spectrums zeigen, hervorrufen werden. Die Voraussicht bestätigte sich für das Zinnchlorür und das Eisensulphat.

Setzte ich eine concentrirte Lösung von Zinnchlorür zu der $^1/_{20}$ Verdünnung des vierjährigen Blutes, so erzeugte sich ein reichlicher schmutzig graurother Niederschlag, der das Ganze undurch-

1) Der Gebrauch des Spectroskops S. 100 Fig. 18. Pathologische Physiologie des Herzens S. 241 Fig. 9.

sichtig machte, später in die Höhe stieg und eine milchig getrübte Flüssigkeit hinterliess, die sich erst nach vier Stunden vollkommen klärte, dann aber keine Spur von Absorptionsbändern lieferte. Die Sache verhielt sich dagegen ganz anders, wenn ich vorher krystallisirte Weinsteinsäure in der $^1/_{20}$ Mischung aufgelöst hatte, hierdurch ein rostbrauner Niederschlag entstanden, hingegen keine Spur eines Bandes zum Vorschein gekommen war. Fügte ich alsdann Zinnchlorür hinzu, so zeigte sich auch sogleich das Zwischenband, jedoch merklich weniger schwarz, als nach der Anwendung von Schwefelammonium. Hatte sich ein Niederschlag am folgenden Tage abgesetzt, so lieferte die darüber stehende farblose Flüssigkeit gar keine Bänder. War sie aber geschüttelt und so der Niederschlag mechanisch beigemengt worden, so kam das Zwischenband von Neuem in dem trüben Bilde zum Vorschein. Ein schmales zweites Reductionsband zeigte sich insofern, als sich die Umgebung der *b*-Linie auffallend verdunkelte. Es kam mir bei diesen Versuchen einmal vor, dass die Wirkung der Luft jenen Absorptionsstreifen wiederum allmählich beseitigte. Das Zwischenband, aber kein Häminband zeigte sich, wenn ich die Weinsteinsäure durch Essigsäure ersetzt hatte. Eine wässerige Lösung von Eisenvitriol ($^1/_7$) gab wesentlich die gleichen Streifen, wie die concentrirte Zinnchlorürlösung, wenn man vorher Weinsäure hinzugesetzt hatte. Beide standen aber hinter dem Schwefelammonium in der Stärke ihrer Wirkung bedeutend zurück.

Pyrogallussäure lieferte noch ungenügendere Erfolge. Löste ich eine grössere Menge der Krystalle derselben in $^1/_{20}$ Verdünnung des vierjährigen Blutes auf und vermengte hierauf das Ganze der nöthigen Helligkeit wegen mit dem gleichen Volumen Wasser, so zeigten sich keine Bänder. Nur die Gegend bei $D\,^2/_3 E$ erschien etwas dunkler. Behandelte ich zum Vergleich frisches Blut mit Pyrogallussäure in ähnlicher Art, so blieben die beiden gewöhnlichen Blutbänder, wie früher, kenntlich. Man bemerkte ausserdem noch einen dunklen Streifen bei *b* nach *F* hin. Es kam in den beiden Arten von Mischungen vor, dass die zwei Blutbänder zu einem nach 24 Stunden verschmolzen erschienen. Pyrogallussaures Natron erzeugte kein Band in der $^1/_{15}$ Verdünnung des alten Blutes.

Eine Reihe wiederholter Versuche, die ich mit der Durchleitung von schwefeliger Säure, mit einem Zusatze von festem Schwefelkalium oder einer frisch bereiteten und filtrirten Lösung von Schwefelleber, einer solchen von unterschwefelichtsaurem Natron, endlich mit Beimischungen von Traubenzucker und Kali an Verdünnungen des vierjährigen Blutes von $^1/_{20}$ anstellte, führten zu keinen irgend belehrenden Ergebnissen.

Bildet auf diese Weise das Schwefelammonium das beste Mittel, die zwei Reductionsbänder an alten Blutmassen, deren blosse Wasserverdünnung keine Absorptionsstreifen überhaupt oder wenigstens keine im Grün zeigt, zum Vorschein zu bringen, so fehlt es auch nicht an einem Verfahren, die gewöhnlichen Bänder künstlich zu erzeugen.

Leitete ich das Stickoxyd, welches ich durch die Einwirkung von Salpetersäure auf Kupfer dargestellt hatte, durch eine $^1/_{15}$ Verdünnung des vierjährigen Blutes, so erschienen keine Absorptionsbänder, so lange die Flüssigkeit klar blieb. Hatte sich aber ein rothbraunes feinkörniges Pulver, das im Anfange in der Flüssigkeit schweben blieb, gebildet, so sah man zwei dunkle Streifen, deren Orte denen der gewöhnlichen Blutbänder entsprachen. Das erste reichte in der Regel in meinem kleineren Schwefelkohlenstoff-Spectroskope von $D\,^1/_{10}$ bis $D\,^1/_3\,E$ und das zweite von $D\,^2/_3\,E$ bis E. War später der Niederschlag allmählich zu Boden gesunken, so lieferte die darüber stehende klare Flüssigkeit keine dunklen Streifen. Die zwei früheren Bänder erschienen aber wiederum, sowie man das Ganze durch Schütteln trüb gemacht hatte.

Die oben geschilderte Absorptionsfähigkeit änderte sich nicht, wenn sich der über der Blutverdünnung befindliche Luftraum mit gelben Dämpfen salpetriger Säure füllte. Sie vergrösserte sich auch anderseits nicht dadurch, dass man eine Kalilösung zwischen dem die Salpetersäure und das Kupfer enthaltenden Gefässe einerseits und der Blutverdünnung anderseits einschaltete.

Nimmt man wässerigere Blutmischungen z. B. $^1/_{24}$, so reicht das erste Band, das früher als das andere auftritt, von $D\,^1/_{15}\,E$ bis $D\,^1/_4\,E$ und das zweite von $D\,^3/_5\,E$ bis E. Der Niederschlag lässt sich dann durch kaustische Ammoniakflüssigkeit lösen, ohne dass

die beiden Blutbänder schwinden. Lässt man hierauf das Ganze in einem luftdicht geschlossenen viereckigen Fläschchen ohne Anwesenheit von Atmosphäre stehen, so findet man einen Niederschlag am folgenden Tage. Die Mischung litt bisweilen hierauf nach wenigen Tagen so sehr, dass das zweite Blutband undeutlicher wurde und zuletzt gänzlich schwand. Das Erste erhielt sich mehr als eine Woche lang. Der Stickoxydversuch gelang übrigens immer noch, wenn ich die verdünnte Flüssigkeit über Nacht stehen liess, so dass sie einen Niederschlag absetzte, und diesen nur durch Schütteln vertheilte, ehe ich das Gas durchstreichen liess. Die vorangegangene Durchleitung von schwefeliger Säure bildete ebenfalls kein Hinderniss.

Hatte ich die Wasserverdünnung $^1/_{52}$ des vierjährigen Blutes mit $^2/_3$ ihres Volumens Schwefelammoniumlösung versetzt, so zeigte sich ein Zwischenband von $D\,^2/_5\,E$ bis $D\,^3/_5\,E$ und ein zweites Reductionsband von $D\,^9/_{10}\,E$ bis E. Führte ich dann die Gasmasse, welche erwärmte Salpetersäure in Folge der Einwirkung von metallischem Kupfer entband, durch die Mischung, so entwickelten sich reichliche weisse Dämpfe von salpetersaurem Ammoniak Ein gelber Niederschlag von Schwefel kam an den Wänden zum Vorschein. Die früheren Reductionsbänder verschwanden und der ganze Raum zwischen D und b erschien schattig. Setzte ich die Durchleitung fort, so erreichte ich es, dass sich ein braunröthliches Pulver ausschied. Dieses erzeugte dann die beiden gewöhnlichen Blutbänder, das erste von D bis $D\,^2/_5\,E$ und das zweite von $D\,^1/_2\,E$ bis etwas über E.

Ich habe noch eine Versuchsreihe angestellt, um die Dauerhaftigkeit der in diesem Aufsatze geschilderten spectroskopischen Bilder im Vergleich zu denen des frischen Blutes zu prüfen. Alle bald zu erwähnenden Flüssigkeiten hatten in viereckigen Fläschchen von $3^1/_2$ Centimeter Seitenfläche sechs und ein halb Monate lang gestanden. Keine Atmosphäre befand sich über den Verdünnungen des frischen geschlagenen Rindsblutes, der Vermischung desselben mit Schwefelammon, der des vierjährigen Blutes mit demselben Reagens und der Verdünnung desselben, durch welche Stickoxyd

geleitet worden. Ein fest eingefügter eingeriebener Glasstöpsel schloss eine jede Probe luftdicht ab. Es ergab sich:

1. Eine Verdünnung des frischen Blutes, welche die gewöhnlichen Blutbänder in den ersten beiden Wochen gezeigt hatte, trübte sich allmählich und nahm eine unreinere und röthere Farbe an. Sie zeigte einige Wochen einen einzigen dunklen Schattenstreifen, welcher die Gegend der beiden Blutbänder und deren Zwischenraum einnahm und lieferte wiederum nach zwei Monaten die zwei gewöhnlichen Blutbänder, durch einen hellen Raum gesondert. Ein Hämatinband kam zu keiner Zeit zum Vorschein.

2. Waren 20 C.C. einer $^1/_{20}$ Verdünnung desselben Blutes mit 125 C.C. Schwefelammonlösung gemengt worden, so hielt sich die hellrothbraune Flüssigkeit mehr als sechs Monate lang vollkommen klar und zeigte immer ein einfaches tiefschwarzes Reductionsband, das von D bis etwas über $D\,^2/_3\,E$ reichte.

3. Die Unveränderlichkeit und Klarheit wiederholte sich in einer ähnlichen Mischung des $4^1/_2$jährigen Blutes, das die beiden oben beschriebenen Reductionsbänder mehr als sechs Monate auf das Schärfste zeigte. Das erste erschien zuletzt wesentlich dunkler als das zweite.

4. Eine ähnliche Verdünnung des $4^1/_2$jährigen Blutes, durch welche Stickoxyd geleitet worden, erschien schon nach wenigen Tagen farblos bis schwach gelblich, während sich ein schmutzig braunes Pulver zu Boden gesetzt hatte. Die reine Flüssigkeit gab keine Bänder. Rührte man aber den Niederschlag durch Schütteln auf, so zeigten sich die gewöhnlichen Blutbänder. Ihre Stärke nahm mit der Zeit sichtlich ab.

5. War die Anwesenheit der Atmosphäre in den eben erwähnten vier Proben möglichst ausgeschlossen, so füllte ich ein viereckiges Fläschchen nur ungefähr zur Hälfte mit einer $^1/_{27}$ Verdünnung des elfjährigen Blutes, der ich mehr als ihr Volumen von der Schwefelammonlösung zugesetzt hatte. Die beiden Reductionsbänder, von denen das zweite bei E und noch etwas nach D hin lag, zeigten sich in grösster Schwärze nach dem Verlaufe von sechs und ein halb Monaten. Endlich

6. eine Verdünnung des elfjährigen Blutes von $^1/_{741}$, über

welcher ein ihrem Volumen beinahe gleich grosser Atmosphärenraum gestanden hatte, lieferte noch die letzten Spuren der gewöhnlichen Blutbänder nach zwei Monaten eben so gut, als an dem ersten Tage. Setzte ich zuletzt Schwefelammon hinzu, so entstand sogleich ein sehr deutliches erstes, nicht aber ein zweites Reductionsband.

Die Prüfung der oben erwähnten Blutflecken lehrte, dass auch bei eingetrockneten Blutmassen der Fall vorkommen kann, dass sie, in Wasser oder in wässeriger Jodkaliumlösung aufgeweicht, keine Blutbänder zeigen, ein Zusatz von Schwefelammon dagegen die beiden Reductionsbänder zum Vorschein bringt. Andere Blutflecke, die, wie jene, mehr als 4 Jahre, nur in etwas dickeren Schichten, sonst aber unter den gleichen Nebenbedingungen aufbewahrt worden, lieferten schon die gewöhnlichen Blutbänder mit Deutlichkeit in Flüssigkeitsschichten von einem halben Centimeter Dicke, wenn diese selbst nur eine Spur einer röthlichgelben Färbung darboten.

Die eben dargestellten, vorzugsweise an geschlagenem Rindsblute angestellten Untersuchungen lehren:

1. Hat man die flüssige Blutmasse in einem verkorkten Gefässe Jahre lang aufbewahrt, so kann es sich ereignen, dass sie keine Spur von Blutbändern am Spectroskope zeigt, obwohl sie noch eine sehr starke schmutzigbraune Farbe besitzt, und desswegen wie Blut für das freie Auge aussieht. Die gewöhnliche spectroskopische Probe würde daher in solchen Fällen bei gerichtlichen Bestimmungen unbrauchbar sein.

2. Es kann in einer solchen Blutmasse vorkommen, dass eine ihr entnommene Probe, die man mit Wasser hinreichend verdünnt hat, den dunklen sogenannten Hämatinstreifen am Spectroskope zeigt und eine andere, ähnlich behandelte nicht.

3. Das Alter des Blutes allein entscheidet nicht, ob die gewöhnlichen Blutbänder fehlen. Blut, das 11 bis 12 Jahre lang aufbewahrt worden, bot sie in allen Proben dar, während sie in einer anderen Menge $4^1/_2$jährigen Blutes durchgehends mangelten.

4. Aehnliche Wechselfälle können sich auch wiederholen, wenn man Blutflecke, die von dem Rinde, der Taube oder dem Frosche

herrühren und seit Jahren eingetrocknet sind, mit Wasser, verdünnter Alkalilösung oder Jodkaliumflüssigkeit ($^1/_4$) aufgeweicht hat.

5. Man darf daher in gerichtlichen Fällen nicht behaupten, dass Blut nicht vorhanden ist, wenn die Blutbänder mangeln.

6. Es gibt zwei verschiedene Wege, die Anwesenheit von Blut in solchen Fällen spectroskopisch nachzuweisen, die Herstellung der gewöhnlichen und die zweier eigenthümlicher Reductionsbänder auf künstlichem Wege.

7. Leitet man Stickoxyd, das man aus Salpetersäure und Kupfer entwickelt hat, durch eine alte faulende Blutflüssigkeit, welche die gewöhnlichen Blutbänder nicht giebt, so erscheinen diese, sowie sich ein rostbrauner Niederschlag bildet. Dieser und nicht die übrige Flüssigkeit liefert die Absorptionsstreifen, deren Lage mit der der gewöhnlichen Blutbänder übereinstimmt. Man kann die Mischung, von der Atmosphäre abgeschlossen, mehr als zwei Monate aufbewahren, ohne dass die erwähnte spectroskopische Eigenthümlichkeit verloren geht. Das durch frisches Blut geleitete Stickoxydgas ändert, so viel ich sah, die Blutbänder in keiner irgend kenntlichen Weise.

8. Setzt man Zinnchlorür oder schwefelsaures Eisenoxyd dem Blute, das keine Blutbänder zeigt, ohne Weiteres zu, so erhält man einen Niederschlag, aber keine Reductionsstreifen. Diese erscheinen dagegen, sowie man vorher eine hinreichende Menge von Weinsäure (weniger gut Essigsäure) in der Flüssigkeit gelöst hat, damit sich später kein Niederschlag bilde. Ein noch weit besseres Mittel lieferte in dieser Hinsicht das Schwefelammonium. Es wirkt aber anders auf Blutverdünnungen, welche noch die gewöhnlichen Blutbänder liefern, sie mögen frisch oder älter, jedoch nicht allzu alt sein, als auf solche, denen jeder Absorptionsstreifen im Grün mangelt. Jene zeigen im Allgemeinen das durch Stokes bekannte Zwischenband des purpurrothen Cruorins, das nicht blos den Zwischenraum zwischen den beiden gewöhnlichen Blutbändern ausfüllt, sondern sich auch noch weiter hinaus nach beiden Seiten hin erstreckt und mattschattiger als die gewöhnlichen Blutbänder, die vor der Einwirkung des Schwefelammon vorhanden waren, erscheint. Behandelt man dagegen das alte Blut, welches das Grün des Spectrums

ununterbrochen zeigt, mit Schwefelammonlösung, so erzeugen sich zwei, in irgend dickern Flüssigkeitsschichten tiefschwarze Reductionsbänder, ein erstes gerade in dem Zwischenraume zwischen den beiden gewöhnlichen Blutbändern und ein zweites in der Gegend von $\dot{E}$ oder von b je nach Verschiedenheit der Verhältnisse. Die Mischung bewahrt diese Eigenthümlichkeit Monate lang, besonders wenn man sie vor dem Einflusse der Atmosphäre bewahrt.

Die lange Dauer, während welcher sich die unter 7 und 8 erwähnten künstlich hergestellten Absorptionsstreifen bei Ausschluss der Atmosphäre erhalten, kann es dem Gerichtsarzte möglich machen, seine Beweismittel der Anwesenheit des Blutes dem Richter oder den Geschworenen noch Wochen lang nach der Untersuchung vorzuzeigen.

9. Mehr als 11 Jahre altes flüssiges Rindsblut, das noch in dünnen Schichten grün erschien und die gewöhnlichen Blutbänder lieferte, gab sogleich das Häminband[1]) nach einem Zusatze von Eisessig. Ich konnte dagegen nicht das Schwefelwasserstoffband[2]) erzeugen, wenn ich auch Schwefelwasserstoffgas die längste Zeit hindurchleitete. $4^1/_2$jähriges Blut, das keine Blutbänder ohne Weiteres darbot, lieferte auch kein Hämin- und kein Schwefelwasserstoffband nach der Behandlung mit den entsprechenden Reagentien.

10. Obgleich das mehr als 11 Jahre alte Blut seine Blutbänder zeigte und das Häminband gab, so gelang es mir doch in oft wiederholten Versuchen nicht, Häminkrystalle darzustellen, ich mochte blossen Eisessig oder diesen und Kochsalz, Borax oder Jodkalium nehmen. Gegenproben mit frischerem, wenn auch Monate altem Blute, lieferten die dichroitischen Häminkryställchen in grösster Menge. Dasselbe negative Ergebniss fand sich an dem $4^1/_2$jährigen Blute ohne Blutbänder, wenn ich es ohne Weiteres gebrauchte. Ich erhielt dagegen Häminkryställchen, von denen nur einzelne einen deutlichen Dichroismus zeigten, wenn ich vorher Kohlenoxyd durch die Blutmasse geleitet hatte.

---

1) Der Gebrauch des Spectroskops, S. 80 Fig. 15.
2) Ebendaselbst S. 83 Fig. 16.

11. Die alten faulenden Blutarten lassen ihre gewöhnlichen Blutbänder, sowie den Hämin- und den Schwefelwasserstoffstreifen bei weit geringeren Verdünnungen nicht mehr erkennen, als das frische Blut. Der Unterschied betrug z. B. mehr als das Sechzehnfache bei dem 11- bis 12jährigen Blute. Für alle spectroskopischen Untersuchungen der Art darf aber nur ein Instrument mit Schwefelkohlenstoffprisma, wie ich dieses schon früher hervorgehoben, gebraucht werden, weil ein solches allein die für sehr starke Verdünnungen nöthige Helligkeit darbietet. Nimmt man ein Spectroskop mit einem oder mehreren Glasprismen, mit mit oder ohne Fernrohr, so werden die Blutbänder in Verdünnungen unkenntlich, bei denen sie in dem Schwefelkohlenstoff-Spectroskope unmittelbar auffallen.

12. Bewahrt man eine starke Verdünnung gewöhnlichen Blutes, von der Luft abgeschlossen, Monate lang auf, so kann sich eine Zwischenstufe einschalten, zu welcher sich nur ein mattschwarzes Zwischenband, wie wenn Schwefelammonium eingewirkt hätte, zeigt und die gewöhnliche Form der beiden, durch einen hellen Raum getrennten Blutbänder in der Folge von Neuem auftreten.

XXI. Ein zu Vergleichsbestimmungen geeignetes Diaphanometer.

Der Gedanke, welcher der hier beschriebenen Vorrichtung zu Grunde liegt, bildet nur die weitere Ausführung einer Idee, die schon L. Hermann für Untersuchungen am Spectroskope nutzbar machte. Dieser Forscher liess sich zwei an einer Skale wasserdicht verschiebbare Röhren herstellen, von denen eine jede mit einer ebenen Glasplatte geschlossen war. Die äussere trägt einen Trichter, durch den man die zu untersuchende Blutflüssigkeit eingiesst. Die Verschiebbarkeit des inneren Rohres macht es möglich, eine Schicht von beliebiger Dicke vor die Spalte des Spectroskopes zu bringen. Die Trichtermündung steht natürlich so, dass der entsprechende Theil der Flüssigkeit in die Trichterhöhlung bei dem Zusammenschieben ausweichen kann.

Die kleine Vorrichtung, die ich mir anfertigen liess und die aus den bald zu erläuternden Gründen verwickelter ausfiel, sollte dreierlei Bestimmungen erfüllen:

1. es möglich machen, die Dicke der Flüssigkeit, die man an dem Spectroskope untersucht, zu messen und rasch ändern zu können;

2. ein Mittel an die Hand zu geben, die Absorptionsgrössen ausgedehnter Bezirke des Spectrums oder die dunklen Bänder zweier verschiedener Flüssigkeiten unmittelbar mit einander zu vergleichen, endlich

3. den Grad der Durchsichtigkeit zweier Flüssigkeiten so zu bestimmen, dass man den Werth der zweiten durch eine Verhältnisszahl ausdrückt, wenn man eine Function des Werthes der ersten zur Einheit nimmt, vorausgesetzt, dass die Durchsichtigkeit jeder einzelnen Flüssigkeit immer der Säulenlänge, durch welche das Licht tritt, proportional bleibt, diese mithin vollkommen gleichartig ist.

Da ich die Vorrichtung gerade für mein kleineres Schwefelkohlenstoff-Spectroskop [1]), dessen benutzbarer Spaltentheil eine Länge von ungefähr 15 Millimeter hat, herstellen wollte, so war ich genöthigt, das Ganze in kleinen Dimensionen ausführen zu lassen. Dieses bereitete nicht geringe Schwierigkeiten für den luftdichten Verschluss bei allen Bewegungen der einzelnen Theile. Doppelt so grosse oder noch grössere Durchmesser der Flüssigkeitsröhren würden daher die gute Anfertigung der Vorrichtung wesentlich erleichtern. Ich gewann bei meinem kleineren Instrumente den Vortheil, alle Zwecke mit geringeren Flüssigkeitsmengen erreichen zu können.

Die sämmtlichen Metalltheile des Apparates bestehen aus Messing.

Ein viereckiges Kästchen von 26 Millimeter Breite und 17 Millimeter Höhe ist vorn durch eine ebene, ziemlich dicke Glasplatte geschlossen. Zwei schmale auf Kautschukbändern ruhende Messingleisten pressen sie gegen die Wand mit vier Messingschrauben. Die Hinterseite des Kästchens trägt zwei cylindrische in der Mitte an einander liegende Röhren, deren freie Stücke 8 Centimeter lang sind und von denen jede beinahe 8 Mm. Durchmesser im Lichten besitzt. Beide verlängern sich in das Kästchen hinein bis zu der ebenen Verschlussplatte, wo sich die Scheidewand an die

---

1) Der Gebrauch des Spectroskops S. 22 Fig. 4, 5.

Glasplatte wasserdicht anpresst, wenn die oben erwähnten Schrauben angezogen worden. Man hat daher hier zwei durch sie gesonderte Durchsichtsöffnungen von je 8 Mm. bis 9 Mm. Durchmesser. Der äusserste freie Theil einer jeden Röhre ist in einer Länge von ungefähr 8 Mm. an zwei Stellen aufgeschlitzt, damit er federt, wenn sich das eingeschlossene Rohr hin- und herbewegt.

In jedem der beiden erwähnten befestigten Cylinderröhren befindet sich ein eingeschliffenes inneres Cylinderrohr von 10 Centimeter Länge und 7 Mm. Durchmesser im Lichten. Sein inneres Ende wird durch eine ebene Glasplatte geschlossen. Das äussere trägt einen hervorstehenden gekerbten Rand, der zum Anfassen bei dem Ausziehen bestimmt ist. Er fehlt nach innen zu und wird hier durch eine eben abgeschnittene Fläche ersetzt, damit sich nicht die beiden ausziehbaren Röhren bei ihren Bewegungen klemmen oder sonst hindern. Die Aussenseite einer jeden dieser zwei verschiebbaren Röhren trägt eine Millimeterskale, die 70 Millimeter umfasst. Hat man sie bis Null eingeschoben, so berührt die Glasplatte des inneren Rohres die ebene Glasplatte des Kästchens, so dass keine unmittelbar merkliche Flüssigkeitsschicht zwischen ihnen Platz hat. Die übrigen Grade der Skale geben an, welche Länge der Flüssigkeitssäule zwischen den beiden Durchsichtsplatten aufgenommen werden kann. Das mögliche Maximum von 7 Centimeter überschreitet die gewöhnlichen Bedürfnisse in hohem Grade. Da es unmöglich ist, das eine äussere dem andern und ebenso die beiden inneren Röhren vollkommen congruent zu machen, so zeigen die entsprechenden Nummern 1 und 2 an, in welches äussere Rohr jedes innere einzuschieben ist.

Die Mitte der einen längeren Wand des Kästchens führt einen geraden und die der anderen einen umgebogenen Stab. Jener besitzt eine Länge von nicht ganz zwei und dieser von etwas weniger als drei Centimetern. Beide passen in einen Eisencylinder, den man in einem Stativ höher oder tiefer mittelst einer Schraube feststellen kann. Man ist hierdurch im Stande, die beiden Durchsichtsöffnungen des Kästchens und der Röhren vor die Spalte des Spectroskops zu bringen oder sonst in einer beliebigen Höhe zu erhalten. Sie stehen wagerecht neben einander, wenn man den geraden und

senkrecht über einander, sowie man den rechtwinklig gebogenen Stab in den Eisencylinder eingesetzt hat. Jene Lage passt für die wagerechte Einstellung der Spalte, wie sie auch bei meinem Schwefelkohlenstoff-Spectroskope hergestellt werden kann[1]) — eine Anordnung, die für manche vergleichende Untersuchungen sehr vortheilhaft ist, jedoch etwas lichtschwächere Bilder, als die senkrechte Stellung zu liefern pflegt. Diese letztere eignet sich für die gewöhnliche senkrechte Spaltenstellung des Spectroskopes und der für dunkle Spectralzimmer bestimmten Schirme. Da der längere Durchmesser des Kästchens etwas kürzer ist, als der benutzte Theil der Spalte meines Schwefelkohlenstoff-Spectroskopes, so sieht man nicht blos die beiden Durchsichtsöffnungen des Kästchens, sondern auch noch einen kleinen freien Theil des Spectrums. Man gewinnt hierdurch den Vortheil, die Fraunhofer'schen Linien gleichzeitig zu erblicken und sie mit den Orten der Absorptionsbänder der Flüssigkeiten unmittelbar vergleichen zu können.

Jede der kürzeren Seitenflächen trägt ein auf ihr senkrechtes Ansatzstück, durch welches je eine der beiden Flüssigkeiten bei dem Ausziehen des inneren Rohres ein- und bei dem Zurückschieben austritt. Ein kürzeres oder längeres Kautschukrohr verbindet das Ansatzstück mit der unteren Messingfassung eines Glasrohres, durch welches die Flüssigkeit eingegossen wird und in die sie wiederum zurückweicht, sowie man die Glasplatte des inneren Cylinders der Verschlussplatte des Kästchens nähert.

Es wäre, wie es scheint, das Einfachste gewesen, die Glasröhren unmittelbar an die Ansatzstücke des Kästchens zu befestigen. Hätte ich mich auf die wagerechte Stellung der beiden Durchsichtsöffnungen beschränken wollen, so brauchte ich nur die Ansatzstücke oder die Glasröhren rechtwinkelig umzubiegen, um zum Ziele zu gelangen. Die senkrechte Stellung aber würde dann zu Lufträumen zwischen der Flüssigkeit und dem Kästchen geführt haben, ich mochte die Theile gerade oder gekrümmt nehmen. Zog man dann das innere Rohr auch noch so langsam und vorsichtig aus, so wurde Luft neben der Flüssigkeit eingesogen. War diese irgend zähe, so erzeugte sich ein jede genügende Beobachtung hin-

1) Der Gebrauch des Spectroskops S. 100.

dernder Schaum. Fand auch dieses nicht Statt, so wurde der obere Theil der Durchsichtsöffnung mit Luft statt mit Flüssigkeit ausgefüllt — ein Umstand, der zwar nicht jede genauere Untersuchung wie in dem ersteren Falle unmöglich macht, doch unangenehm genug bei den vorgenommenen Prüfungen einwirkt.

Ich war unter diesen Verhältnissen genöthigt, die Verbindungen zwischen den Ansatzstücken des Kästchens und den Glasröhren biegsam, also am Einfachsten durch Kautschuk herzustellen. Die Nachtheile des Lufteinsaugens treten aber auch hier ein, wenn das Kautschukrohr an irgend einer Stelle eingeknickt worden und sich hierdurch ein grösserer Widerstand, als an anderen nicht absolut luftdicht schliessenden Orten eintrat, erzeugte. Ich musste daher eine Befestigungsvorrichtung wählen, die es möglich machte, die rein cylindrische Gestalt der Kautschukröhren bei jeder beliebigen Länge derselben zu wahren.

Eine Stellschraube kann einen Messingring an dem geraden oder dem rechtwinkeligen Einsenkungsstabe so befestigen, dass er oberhalb des in den Eisencylinder des Stativs versenkten Stückes zu stehen kommt. Jener trägt einen rechtwinkelig gebogenen runden Draht, dessen senkrecht aufsteigender Theil 24 Centimeter misst. Ein viereckiges Messingstück kann mit einer Schraube in einer beliebigen Höhe des Letzteren festgestellt werden. Es enthält zwei Löcher, die zu beiden Seiten des senkrechten Drahtes fallen. Durch jedes von ihnen geht ein cylindrischer Querdraht, der sich an seinem Ende hakenförmig umbiegt. Es kann mittelst einer Stellschraube so befestigt werden, dass der Haken in einem beliebigen Abstande von dem senkrechten Drahte zu stehen kommt. Einen jeden der beiden zur Aufnahme der Flüssigkeit bestimmten Cylinder umgiebt eine federnde, einen Centimeter hohe Hülse, die sich an einem beliebigen Orte feststellen lässt und eine angelöthete Oese führt, mittelst deren man den Glascylinder in dem Endhaken des oben erwähnten Querdrahtes aufhängt. Stehen die beiden Durchsichtsöffnungen wagerecht, so treten die hinreichend langen Kautschukröhren in geschwungenen nur wenig aus ihrer Ebene herausgehenden Bogen zu den senkrecht gestellten Cylindern hinauf, ohne dass irgendwo die geringste Einknickung stattfindet.

Man kann diese jeden störenden Widerstand beseitigende Nebenbedingung bei senkrechter Lage der Durchsichtsöffnungen eben so leicht herstellen, wenn man nur die Kautschaukröhren lang genug nimmt, damit die stärker gebogene Curve doppelter Krümmung, welche die Achse derselben beschreibt, ohne die geringste Einknickung möglich bleibt.

Hat man die zu prüfende Flüssigkeit in das eine Glasrohr gegossen, während die innere Röhre bis zur Berührung ihrer Schlussplatte mit der Deckplatte des Kästchens, also bis zu 0'', vorgeschoben ist, so fängt sich natürlich in der Regel eine gewisse Menge von Luft, die später stören könnte. Man zieht dann die Innenröhre so weit als möglich langsam zurück und stösst sie rasch vorwärts. Eine mehr oder minder zahlreiche Menge von Luftblasen tritt dann mit der Flüssigkeit in die Glasröhre. Hat man diese Procedur einige Mal wiederholt, so gelangt man immer dahin, dass die Durchsichtsöffnung entweder vollständig oder bis auf eine obere nicht wesentlich störende Luftmasse mit der Prüfungsflüssigkeit gefüllt ist. Dieses gilt selbst von Eiweisslösungen oder Blutverdünnungen, die ihrer Zähigkeit wegen leicht schäumen.

Ein zweites Verfahren besteht darin, dass man die inneren Röhren herausnimmt, die Vorrichtung wagerecht hält und die Flüssigkeiten von den äusseren Röhren aus eingiesst, bis sie in den Glascylindern erscheinen. Die in den Ansätzen der Kautschukröhren befindliche Luft wird auf diese Weise von vornherein ausgetrieben.

Es kann bei dem raschen Zurückstossen vorkommen, dass etwas Flüssigkeit zwischen die innere und die äussere Röhre tritt. Man merkt dieses sogleich an dem schweren Gange bei dem Ausziehen, da sich alle eingeschliffenen Flächen minder leicht bewegen, wenn sich Wasser, Oel oder Fett zwischen ihnen befindet.

Wir wollen nun die drei S. 423 angeführten Gebrauchszwecke der Vorrichtung durch einzelne Beispiele, zu denen thierische Flüssigkeiten dienen mögen, näher erläutern:

I. Bestimmung der Grösse und des Einflusses der Säulenlänge einer einzigen untersuchten Flüssigkeit.

Besitzt nicht die zu prüfende Mischung, wenn sie zugleich keine Spectralfarben verschluckt, einen so hohen Grad von Durch-

sichtigkeit, dass sie noch alle Spectralfarben bei einer Säulenlänge der Röhre des Diaphanometers von 70 Millimeter durchlässt, so wird sie im Allgemeinen eine um so grössere Menge von Farben erkennen lassen, je geringer ihre Länge ausfällt.

a. Der Urin, den ich ungefähr 3 Stunden nach dem Frühstücke liess, besass eine intensiv gelbe Farbe und eine Eigenschwere von 1,021. Die Untersuchung am Diaphanometer, die bei mässigem Tageslichte vorgenommen wurde, während die Spalte des Spectroskops ungefähr $^1/_3$ Millimeter offen war und das Schwefelkohlenstoffprisma unter dem Winkel der kleinsten Ablenkung für die Mitte des Grün eingestellt war, ergab z. B.

Säulenlänge des Harns in Millimetern	Durchgelassener Theil des Spectrums im Diaphanometer
60	Von Roth in der Gegend von *a* bis Grün zwischen *E* und *b*. Roth mit grösserer Stärke und Anfangsgrün nachdrücklicher, als Endgrün.
50	Wie früher, nur das Endgrün heller.
30	Von Anfangsroth bis *F*.
10	Von Roth bis über *G* hinaus.
5	Von Roth bis zum äussersten Violett.

Man darf übrigens zwei Umstände bei diesen Prüfungen nicht übersehen. Man muss natürlich die Röhre des Diaphanometers in einer solchen Höhe und Richtung aufstellen, dass die günstigste Beleuchtung stattfindet. Hat man es so gerichtet, dass man diese Wirkung zu haben glaubt, so wird man es hierauf der Sicherheit wegen etwas seitwärts nach rechts und dann nach links drehen, um zu erkennen, ob die Lichtstärke und mit ihr die Ausdehnung des sichtbaren Spectraltheiles zu- oder abnimmt. Man darf ausserdem nicht übersehen, dass die 8 bis 9 Centimeter langen und nur 7 Millimeter im Lichten messenden Röhren weniger Licht einlassen und unter sonst gleichen Verhältnissen mehr Farben unkenntlich machen als kürzere Röhren. Der oben erwähnte Urin z. B. gab vom Anfangsroth bis *G* und nicht bloss bis *F*, wenn sich kein weiteres Röhrenstück jenseit der Säulenlänge von 30 Millimeter wie im Diaphanometer befand.

b. Geschlagenes Rindsblut zeigte unter den gleichen Nebenbedingungen:

Säulenlänge des Blutes in Millimetern	Durchgelassener Theil des Spectrums im Diaphanometer
70.	Lässt nur Roth und Grün, ersteres etwas schwächer als das letztere, beide aber nur sehr wenig und trüb durch.
50	Etwas stärker für Roth und zum Theil Grün.
40	Roth merklich intensiver, Grün ebenfalls, aber weniger.
30	Roth und Grün bedeutend heller.
20	Roth lebhaft. Grün etwas heller.
10	Beide Farben gewinnen.
5	Ausser Roth und schattigem Grün, Blau bis über *F* hinaus.
3	Roth sehr lebhaft. Grün und Blau bis zwischen *F* und *G* mässig hell.
1	Roth äusserst stark, Grün und Blau noch schattig.
Ungefähr $^1/_2$	Roth sehr stark. Am Anfang des Grün der schwarze breite, die beiden gewöhnlichen Blutbänder und deren Zwischenraum umfassende Streifen. Das übrige Grün hell. Eben so Blau bis zwischen *F* und *G*.
Ungefähr $^1/_8$	Roth sehr stark. Beide Blutbänder durch einen hellen Zwischenraum gesondert. Das übrige Grün hell. Blau bis ungefähr *G* unsichtbar.

Schob ich die Röhre so weit zu, dass die Skale auf 0° stand, so zeigte sich keine Spur von Blutbändern. Das ganze Spectrum erschien wie das der Oeffnung des anderen ebenfalls vollständig zugeschobenen Röhrentheils, welcher kein Blut enthalten hatte. Be-

denkt man, welch eine dünne Schicht des nicht mit Wasser vermischten frischen Blutes hinreicht, die Blutbänder zu erzeugen, so lieferte jenes Ergebniss den unmittelbaren Beweiss, dass sich die zwei Glasplatten bei der Nullstellung der Skale in ihrer ganzen Ausdehnung genau berührten.

Will man sich übrigens auf die Untersuchung einer einzigen Flüssigkeit beschränken, so wird man natürlich die Vorrichtung so herstellen lassen, dass der Durchmesser der die Flüssigkeit aufnehmenden Röhre möglichst gross ausfällt, damit der Helligkeitsverlust ein Kleinstes werde.

II. Vergleichung der Spectralbänder zweier verschiedener Flüssigkeiten.

a. Ich löste einige grüne Blättchen von Fuchsin in 45 C.C. Wasser auf, so dass die rosenrothe Flüssigkeit nahezu die gleiche Durchsichtigkeit hatte, wie röthlichgelbes Serum des Pferdeblutes, das ich in die zweite Röhre des Diaphanometers brachte, während sich das Fuchsin in der ersten befand. Untersuchte ich nun gleichzeitig eine zwei Centimeter lange Säule einer jeden der beiden Flüssigkeiten, so zeigte sich unmittelbar, wie das Fuchsinband nur eine kleine Strecke später begann, als das erste Blutband. Man sah daher bei dem Fuchsin noch das Gelb, während man es in dem Serum nicht mehr erkannte. Der dunkle Fuchsinstreifen erstreckte sich nicht bloss über das erste und das zweite Blutband und den Zwischenraum beider, sondern auch noch merklich weiter nach *E* hin. Die Anilinfarbe lieferte überdiess einen dunklen schmalen Bezirk bei *E* und liess weiterhin Blau und Violett bis zwischen *G* und *H* erkennen. Das Serum dagegen gab das Blau nicht ganz bis *G*. Das erste Fuchsinband erschien merklich dunkler, als die beiden Blutbänder. Sollten in dieser Hinsicht alle drei Schattenstreifen einander gleich werden, so forderte die Fuchsinlösung eine Säulenlänge von 7 Mm., wenn das Serum eine solche von 11 bis 12 Mm. besass.

b. Eine weingeistige Lösung des so stark gelb fluorescirenden Magdalarosa mit dem eben erwähnten Pferdeserum verglichen zeigte einen tiefschwarzen Absorptionsstreifen, der eben so nahe bei *D*

wie das erste Blutband begann und sich ununterbrochen bis *b* erstreckte. Das Grün erschien von hier bis *F* stark beschattet. Man sah dann nicht sowohl reines Blau, als Blauviolett von *F* bis über *G* hinaus. Für das freie Auge hatten das Serum und die rothe bei zurückgeworfenem Tageslichte schon stark gelb fluorescirende Magdalalösung ungefähr dieselbe Helligkeit in durchfallendem Lichte, wie das Blutserum.

Untersuchte man von beiden eine Säulenlänge von 8 Mm., so erschien der Magdalastreifen weit dunkler, als die Blutbänder. Verkürzte man die der Anilinfarbe auf 2 Mm., so zeigte sich nur ein schwarzer Streifen, der von $D\,{}^1/_{10}E$ bis ungefähr $D\,{}^1/_2E$ reichte und immer noch merklich dunkler, als die Blutbänder von 8 Mm. Serumlänge waren. Man musste die Letztere bis auf 22 Mm. erhöhen, um die gleiche Intensität der Dunkelheit zu haben. Das Absorptionsvermögen für die entsprechenden Spectraltheile war also unter den gegebenen Verhältnissen 11 Mal so gross in der weingeistigen Magdalalösung, als in dem Blutserum des Pferdes, wobei noch zu berücksichtigen ist, dass nicht Farben von derselben Spectralstelle, also auch nicht von der gleichen Helligkeit verschluckt wurden.

III. Zahlenbestimmung der verhältnissmässigen Durchsichtigkeit und des Verschluckungsvermögens des Lichtes.

Die Natur der Sache bringt es mit sich, dass man mit grossen Beobachtungsfehlern versehene Werthe selbst bei der höchsten Sorgfalt und unter den günstigsten Nebenbedingungen erhält. Dieses liegt nicht bloss an der hier beschriebenen oder an anderen ähnlichen Vorrichtungen, sondern auch an unserem Auge, das immer nur stumpf die Helligkeitsunterschiede erkennt und zu verschiedenen Zeiten in dieser Beziehung ungleich arbeitet. Es ist z. B. nach dem Ausruhen aus dem Schlafe empfindlicher, als am Ende des Tages, nachdem es durch die Gesichtseindrücke ermüdet worden. Die Richtigkeit dieser Bemerkung erhellt schon aus der grossen, offenbar nicht ausschliesslich von den Nebenbedingungen herrührenden Verschiedenheit der Werthe, welche die älteren und die neueren

Beobachtungen über die Grösse der Auslöschungscoëfficienten des Lichtes für die atmosphärische Luft geliefert haben.[1])

Hätte man ein Diaphanometer mit sehr langen Auszugsröhren für hohe Flüssigkeitssäulen, so könnte die Frage in Betracht kommen, ob Licht von gleicher Stärke in beide eintritt. Nennen wir nämlich die Entfernung der vorderen gemeinschaftlichen Glasplatte des Diaphanometers von der Lichtquelle a, die Länge der ersten Flüssigkeitssäule h_1 und die der zweiten h_2 und die Stärken des in die zwei Röhren einfallenden Lichtes J_1 und J_2, so gibt das Gesetz der Intensitätsabnahme nach dem Quadrate der Entfernung die Beziehung:

$$J_1 = J_2 \left(\frac{a-h_2}{a-h_1}\right)^2 \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (1),$$

da $a-h_1$ und $a-h_2$ die Abstände der hinteren Glasplatten der zwei Röhren von der Lichtquelle bedeuten. Man wird in allen Fällen $J_1 = J_2$ setzen können, wenn sich h_1 und h_2 wenig unterscheiden, man also zwei nahezu gleiche Säulenlängen hat, oder die Durchsichtigkeitsgrössen der zwei Flüssigkeiten wenig beträchtlich sind. Bedient man sich einer so sehr entfernten Lichtquelle, dass h_1 und h_2 gegen a verschwinden, so lässt sich $J_1 = J_2$ ohne Weiteres setzen. Dieses gilt ausnahmslos für das hier beschriebene Diaphanometer, dessen Röhren nur einen grössten Auszug von sieben Centimetern gestatten.

Die in jede der zwei Röhren einfallenden Strahlen durchsetzen zuerst die hintere Glasplatte, dann die geprüfte Flüssigkeit und endlich das vordere gemeinschaftliche Glas. Geht das Licht aus einem ersten Mittel in ein zweites optisch verschiedenes über, so erzeugt die regelmässige Zurückwerfung und die unregelmässige oder die Lichtzerstreuung einen gewissen Intensitätsverlust, den wir in unserem Falle mit $1-\alpha$ für die Einheit der Lichtstärke der eintretenden Strahlen und für den Uebergang derselben aus der Luft in die hintere Glasplatte bezeichnen wollen, so dass hierdurch J in die Grösse αJ übergeht. Ebenso sei $1-\beta$ die Intensitätsabnahme

1) Siehe z. B. A. Beer, Grundriss des photometrischen Calcules. Braunschweig 1854. 8. S. 90—94.

für den Uebertritt aus dem hinteren Glase in die Flüssigkeit, $1-\gamma$ für den aus ihr in die vordere Glasplatte und $1-\delta$ für den aus der Letzteren in die Luft, alle Werthe auf die Einheit der an jedem der genannten Uebergangsstellen vorhandenen Lichtstärken bezogen. Ein jedes dieser drei Mittel, die beiden Glasplatten und die Flüssigkeit verschlucken einen Theil des durch sie dringenden Lichtes. Man nennt den Auslöschungscoëfficienten denjenigen ächten Bruch, mit welchem man die gegebene Lichtstärke vervielfältigen muss, um die unendlich kleine Abnahme derselben bei dem Durchgange durch eine unendlich dünne Schicht der gegebenen Masse zu erhalten. Sein Werth hängt daher von der optischen Einwirkung der Letzteren, mithin von deren Molecularbeschaffenheit ab. Wir wollen ihn μ für die vordere, ν für die hintere Glasplatte und ϱ für die untersuchte Flüssigkeit nennen. Endlich mögen m und n die Dicken der beiden Glasplatten und h die Säulenhöhe der Flüssigkeit bezeichnen.

Will man die Einflüsse aller dieser Nebenbedingungen bei der Verwerthung der Diaphanometerversuche berücksichtigen, so kann man sich der Gleichung bedienen, die ich für den Lichtdurchgang durch einen Plattensatz an einem anderen Orte[1]) erläutert habe. Man darf aber dabei nicht vergessen, dass sich die dort gegebene Formel auf den Schwächungs- oder, wie man ihn richtiger nennen sollte, den Durchsichtigkeitscoëfficienten c und nicht, wie unsere Darstellung, auf den Auslöschungscoëfficienten z. B. der Flüssigkeit oder ϱ bezieht. Beide sind durch die Gleichung

$$c = e^{-\varrho}$$

wechselseitig verbunden[2]). c kann dabei zwischen 0 und 1 und daher ϱ zwischen ∞ und 0 schwanken. Da man $-\varrho = \log c$ hat, so wird $\varrho = \infty$ für $c = 0$ und $\varrho = 0$ für $c = 1$. Der Werth $c = 0$ bedeutet vollkommene Undurchsichtigkeit und $c = 1$ den Mangel alles Verlustes der Lichtstärke oder die vollständigste Durchsichtigkeit. Der Name des Durchsichsichtigkeitscoëfficienten wäre daher passender,

1) Die physikalische Untersuchung der Gewebe. Leipzig und Heidelberg, 1867. 8. S. 243. Gleich. (178).

2) Ebendaselbst S. 242. Gleich (171) und (176).

als der gebräuchliche der Schwächungs- oder Absorptionscoëfficienten[1]).

Denken wir uns einen aus drei Platten bestehenden Satz, von denen die beiden äussersten von Glas und die mittlere aus Flüssigkeit besteht, so erhalten wir bei der oben erläuterten Buchstabenbedeutung, wenn die Stärke des eintretenden Lichtes J und die des austretenden i ist, die Gleichung:

$$i = \alpha\beta\gamma\delta J e^{-(\mu m + \nu n + \varrho h)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Wir ändern an dem Diaphanometer die Säulenlänge der einen Flüssigkeit, bis sie die gleiche Durchsichtigkeit wie die zweite darbietet. Setzen wir dann die untere Charakteristik 1 für alle Werthe, die sich auf die erste und die 2 für die, welche sich auf die zweite Röhre beziehen und machen nicht blos $J_1 = J_2$, sondern auch $i_1 = i_2$, so gibt (2) die Formel:

$$\alpha_1\beta_1\gamma_1\delta_1 e^{-(\mu_1 m_1 + \nu_1 n_1 + \varrho_1 h_1)} = \alpha_2\beta_2\gamma_2\delta_2 e^{-(\mu_2 m_2 + \nu_2 n_2 + \varrho_2 h_2)}$$

Daher:

$$\log \frac{\alpha_2\beta_2\gamma_2\delta_2}{\alpha_1\beta_1\gamma_1\delta_1} = \varrho_2 h_2 - \varrho_1 h_1 + \mu_2 m_2 - \mu_1 m_1 + \nu_2 n_2 - \nu_1 m_1$$

die wir auch

$$p = \varrho_2 h_2 - \varrho_1 h_1 + q \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3.)$$

schreiben können, wobei sich die Werthe von p und q durch den Vergleich von selbst ergeben.

Man könnte auf den ersten Blick glauben, dass man die 16 Werthe, von denen je 8 die Charakteristik 1 oder 2 haben, nämlich α, β, γ, δ, μ, m, ν, n durch Vorversuche bestimmen müsste, um dann das Verhältniss der Auslöschungscoëfficienten der Flüssigkeiten ϱ_2 und ϱ_1 durch die Säulenhöhen h_2 und h_1 zu ermitteln. Éine kurze Ueberlegung zeigt aber, dass man weit einfacher zum Ziele gelangt. Mögen α, β, γ, δ, μ, m, ν und n welche Werthe sie wollen besitzen und in beiden Röhren unter einander beliebig abweichen, so kehren doch dieselben Grössen immer wieder, sobald man die Versuche mit denselben Flüssigkeiten und verschiedenen beiderseitigen Röhrenlängen anstellt. Dann reichen aber zwei

---

1) Siehe z. B. Beer a. a. O. S. 86, 87.

Beobachtungen, die man als vollkommen richtig betrachtet, hin. Gesetzt die erste gebe die Röhrenlängen a_2 und a_1 und die zweite die b_2 und b_1, so hat man:

$$p = \varrho_2 a_2 - \varrho_1 a_1 + q$$
$$p = \varrho_2 b_2 - \varrho_1 b_1 + q$$

Folglich durch Subtraction:

$$\frac{\varrho_2}{\varrho_1} = \frac{a_1 - b_1}{a_2 - b_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Der Quotient der Unterschiede der beiden Säulenhöhen jeder der zwei Flüssigkeiten, wie sie die doppelte Beobachtung geliefert hat, gibt dann den umgekehrten Verhältnisswerth der zwei Auslöschungscoëfficienten. Es versteht sich von selbst, dass die Mittelgrössen aus zahlreicheren Erfahrungen die Sicherheit des Ergebnisses noch mehr feststellen würden.

Will man die Einflüsse der Glasplatten und die Schwächung der Lichtstärke bei den verschiedenen Arten des Ein- und des Austrittes unbeachtet lassen, so setzt man in (3) $q = 0$ und der Natur der Sache nach jedes α, β, γ, $\delta = 1$, so dass auch $p = 0$ wird, und erhält daher

$$\varrho_2 h_2 - \varrho_1 h_1 = 0 \;, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5.)$$

oder

$$\frac{\varrho_2}{\varrho_1} = \frac{h_1}{h_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6.)$$

d. h. die Längen der Flüssigkeitssäulen verhalten sich umgekehrt, wie die Werthe der Auslöschungscoëfficienten der flüssigen Massen, wenn man sich mit einer einzigen Beobachtung und einer entsprechenden Annäherung begnügt.

Man erhält das letztere Ergebniss auf einfacherem Wege, sowie man nur die Flüssigkeit allein in Betracht zieht. Die S. 433 gegebene Erklärung der Auslöschungscoëfficienten führt unmittelbar zur Differentialgleichung

$$-\frac{di}{dh} = \varrho i$$

oder

$$\frac{di}{i} = -\varrho dh.$$

Die Integration gibt dann:

$$i = Ce^{-\varrho h}$$

wobei C die Integrationsconstante und e die Basis der natürlichen Logarithmen bedeutet. Rechnet man h von der hinteren Glasplatte an und fällt hier das Licht mit der Stärke J ein, so hat man gleichzeitig $i = J$ und $h = 0$, folglich $J = C$, mithin:

$$i = Je^{-\varrho h} \quad . \quad . \quad (7.)$$

Setzen wir wiederum am Diaphanometer $J_1 = J_2$ voraus und machen bei dem Versuche $i_1 = i_2$, so liefert (7) ebenfalls

$$\varrho_1 h_1 = \varrho_2 h_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8.)$$

also dasselbe, wie Gleichung (6).

Wir kennen nicht die einzelnen Auslöschungscoëfficienten ϱ_1 und ϱ_2. Allein das durch die Beobachtung zu ermittelnde Verhältniss der beiden Säulenlängen belehrt uns nach (4.) oder nach (6.) über das Verhältniss der zwei Auslöschungscoëfficienten oder den Werth des einen, wenn man den des andern als Einheit zum Grunde legt.

Die gegenseitige Vergleichung der Helligkeitsgrade der beiden in dem Diaphanometer enthaltenen Flüssigkeiten fällt am unsichersten aus, wenn man sie bei gewöhnlichem Tageslichte beobachtet. Der Gebrauch des dunklen Zimmers, in das Sonnenlicht durch eine Spalte eindringt oder der einer hellen Petroleum- oder einer Gaslampe, kann ein etwas zuverlässigeres Urtheil bedingen, besonders wenn die Farben der beiden Flüssigkeiten nicht allzu verschieden sind. Die spectroskopische Beobachtung führt in den meisten Fällen weiter. Die Lichtstrahlen, welche durch die zwei Flüssigkeiten gegangen, können dann Spectra erzeugen, die in dreierlei Hinsicht gegenseitig abweichen:

1) Die Länge des sichtbaren Spectraltheiles. Der eine reicht z. B. von A bis G und der andere von a bis J.

2) Die Absorptionsstreifen, sei es, dass diese sich an anderen Stellen in beiden Spectris befinden oder die einen Bänder schwärzer als die anderen erscheinen. Endlich

3) der Helligkeitsgrad, den derselbe Spectralbezirk darbietet,

weicht in beiden Fällen ab. Man hat bis jetzt diesen Umstand selbst von physikalischer Seite nicht beachtet. Wir werden aber z. B. sehen, dass das frische Blutroth eine optisch so reine Farbe besitzt, dass man das Roth des Spectrums hellglänzend erhält. Sehr altes Blut dagegen liefert ein so unreines Roth, dass dieses nur sehr matt unter denselben Nebenbedingungen bleibt.

Einige Beobachtungsergebnisse mögen das Gesagte erläutern und zugleich die Grössen der gewöhnlichen Beobachtungsfehler andeuten. Alle anzuführenden Werthe beziehen sich auf geschlagenes Rindsblut. Die Untersuchungen wurden bei diffusem Tageslichte mit meinem kleineren Schwefelkohlenstoffspectroskope angestellt.

a. Verdünnungen von $^1/_4$ und $^1/_8$.

Beide zeigten *a* bis $C\,^9/_{10}D$ mit gleicher Lebhaftigkeit, wenn $^1/_4$ die Säulenlänge von $3^7/_8$ Mm. und $^1/_8$ eine solche von 8 Mm. besass. Während sich also die Verdünnungen wie 1 : 2 verhielten, gaben die Auslöschungscoëfficienten 1 : 2,06.

b. Dieselben zwei Verdünnungen.

Die beiden Spectra liessen Roth und Orange von *a* bis *D* durch. Sie gaben ein erstes Blutband von *D* bis $D\,^1/_5E$ und ein zweites von $D\,^1/_3E$ bis $D\,^{11}/_{20}E$. Man erkannte endlich noch das übrige Grün und das Blau bis *J*. Die $^1/_4$ Flüssigkeit hatte eine Säulenlänge von $1^1/_3$ und die $^1/_8$ eine solche von 3 Mm. Also Verhältniss der Auslöschungscoëfficienten, wie 1 : 2,25. Da ich stets die Röhre der helleren Lösung, also hier diejenige, welche die $^1/_8$ Verdünnung enthielt, mehr ein- oder auszog, bis die beiden kenntlichen Spectraltheile denselben Durchsichtigkeitsgrad darzubieten schienen, so sieht man, dass die kürzeren Flüssigkeitssäulen grössere Beobachtungsfehler als die längeren einführten. Man konnte sich ausserdem noch hier, wie in anderen Fällen überzeugen, dass man mehr zu irren pflegt, wenn man denselben Grad von Dunkelheit der Blutbänder, als wenn man die gleiche Ausdehnung des Spectraltheiles herzustellen sucht

c. Verdünnungen von $^1/_8$ und $^1/_{16}$.

Hatten die Säulen der beiden Flüssigkeiten Längen von 10 Mm., so liess die $^1/_8$ Lösung nur von *a* bis nicht ganz *D* durch. Die

$^1/_{16}$ gab a bis $D\,^1/_{10}E$, ein erstes Blutband von $D\,^1/_{10}$ bis $D^3/_{10}$, ein zweites von $D\,^1/_2E$ bis $D\,^3/_5E$ und noch grün bis etwas vor E. Beide zeigten nur a bis $C\,^9/_{10}D$, wenn $^1/_8$ eine Länge von 10 und $^1/_{16}$ eine solche von 20 Mm. hatte, sich also an beiderseitigen Auslöschungscoëfficienten genau wie die Verdünnungen verhielten.

d. Dieselben Verdünnungen.

Beide lieferten völlig übereinstimmend Roth, Orange und Gelb von a bis $D\,^1/_{20}E$, das erste Blutband von $D\,^1/_{20}E$ bis $D\,^1/_3E$ und das zweite $D\,^9/_{20}E$ bis $D\,^{13}/_{20}E$ und noch einen schmalen grünen Streifen. $^1/_8$ hatte 5 Mm., $^1/_{16}$ dagegen $10^1/_2$ Mm. Also Verhältniss der Auslöschungscoëfficienten wie 1 : 2,1.

e. Verdünnungen von $^1/_{40}$ und $^1/_{80}$.

Die zwei Flüssigkeiten zeigten a bis D mit gleicher lebhafter Helligkeit, D bis E schattig, doch so, dass das Grün noch kenntlich blieb und ein einziges breites Blutband in ihm gesehen wurde. Der Zwischenraum zwischen den beiden späteren Blutbändern war also noch nicht hell geworden. $^1/_{40}$ hatte eine Säulenlänge von 26 und $^1/_{80}$ eine solche von 50 Mm. Also Verhältniss der beiden Auslöschungscoëfficienten 1 : 1,92.

f. Dieselben Verdünnungen.

Beide a bis $D\,^1/_{10}E$, grösstentheils lebhaft glänzend. Blutbänder schwarz mit ziemlich breitem Zwischenraum. Grün und Blau bis $F\,^1/_4G$. Die Säulenlänge von $^1/_{40}$ betrug 13 Mm. und die von $^1/_{80}$ 28 Mm. Mithin Verhältniss der Auslöschungscoëfficienten, wie 1 : 2,15.

g. Frisches und $4^1/_2$jähriges geschlagenes Rindsblut, beide in Verdünnungen von $^1/_8$.

Das frische $^1/_8$ Blut erschien hellroth und klar, die gleiche Verdünnung des $4^1/_2$jährigen Blutes dagegen schmutzig braunroth und trübe. Hatte jenes eine Säulenlänge von 11 Mm., so musste man eine solche von 43 Millimeter in diesem herstellen, wenn beide Blutarten nur von dem äussersten Roth bis D durchlassen sollten. Das Verhältniss der beiden Auslöschungscoëfficienten berechnete sich also zu 1 : 3,91. Man bemerkte aber zweierlei Unterschiede. Während der durchgelassene Theil des Spectrums bei a für das frische geschlagene Rindsblut anfing, begann es erst etwas

weiter zwischen a und B für das $4^1/_2$ Jahr alte Blut. Das Roth von diesem erschien bei allen Säulenlängen sehr matt und unrein. Es stimmte also dieser letzteren Eigenschaft wegen mit dem Spectralroth weniger überein. Das des frischen Blutes dagegen hatte die gewohnte, glanzähnliche Lebhaftigkeit, vorzugsweise sowie das Grün unkenntlich wurde. Für das freie Auge erschien das frische Blut seiner Gleichartigkeit wegen durchsichtiger als das alte.

Man sieht hieraus, dass zwar zwei ganz verschiedene Farbestoffarten nahezu dieselben Längen des durchgelassenen Spectrums liefern können, der Helligkeitsunterschied der vorhandenen Spectraltheile aber über die Abweichung der Farbestoffe sogleich belehrt. Der minder reine liefert eine weit unreinere und mattere durchgelassene Spectralfarbe. Will man übrigens die sichtbaren Spectraltheile möglich gleich machen, so wird man zwei Vorsichtsmassregeln beobachten, ein grosses Spectrum erzeugen, also durch ein Fernrohr beobachten, und so lange Säulen wählen, dass nur die Bezirke von a bis zwischen C und D (abgesehen von den etwa vorhandenen Absorptionsbändern) durchgelassen werden.

Ueber die Abhängigkeit des Geschmacksinns von der gereizten Stelle der Mundhöhle.

Von

Dr. Camerer,

praktischer Arzt in Gerstetten, Württemberg.

Die Empfindlichkeit verschiedener Stellen der Zunge hängt wesentlich von den auf ihnen befindlichen keulförmigen Papillen ab; ich schicke daher voraus, welches Verhalten dieselben an den von mir zu Versuchen benützten Zungen zeigten. — Sie stehen an der Zungenspitze am dichtesten; an den Zungenrändern werden sie gegen hinten seltener, verschwinden jedoch erst in der Gegend der ersten umwallten Papillen.

Geht man von der Spitze aus in der Mittellinie nach hinten, so findet man schon ziemlich weit vorn eine ganz papillenfreie Stelle (im Folgenden „Mitte"); weiter hinten erscheinen sie wieder. Hinter den umwallten Papillen sehe ich an der eigenen Zunge mit dem Kehlkopfspiegel keine mehr. Der freie untere Theil der Zunge (in Folgendem „Unterseite"), zwischen Spitze, Zungenbändchen und den scharf abgegränzten Rändern, ist ebenfalls ohne Papillen. Die keulförmigen Papillen scheinen kaum über die allgemeine Zungenfläche erhaben; es ist jedoch jede einzelne von ihrer Umgebung durch eine Furche getrennt und kann durch Niederdrücken der Umgebung etwa mit einer Nadel isolirt und in ihrer Länge gesehen werden. Der Theil der Papille, welcher an der Bildung der Zungenoberfläche theilnimmt, erscheint dem blossen Auge als rothe Fläche mit beiläufig kreisförmigem Umriss, umgeben von einem schmalen, röthlich grauen Rand. Die rothe Fläche der entwickeltsten Papillen hat einen Durchmesser von etwa 0,8 Millimeter; bei den kleinsten Papillen ist sie ein eben noch sichtbarer Punkt. Die Fläche selbst

ist von zarten grauen Streifen durchsetzt; ist sie klein, so ist der graue Saum breiter.

Die kleinsten Papillen sind zuweilen sehr versteckt, so dass man sich in Gegenden, wo die Papillen nicht dichtgedrängt stehen, hüten muss, den Raum zwischen zwei grösseren Papillen ohne genaue Untersuchung für papillenfrei zu halten. Nur an den obenerwähnten Stellen der Zunge ist man ganz sicher, keine Papillen zu finden.

1) Versuche an papillenfreien Stellen der Mundhöhle und an der Zungenspitze.

Am einfachsten prüft man den Geschmacksinn verschiedener Stellen der Mundhöhle durch Betupfen mit Krystallen von Chlornatrium, Weinsäure etc.; allein die Methode ist unzuverlässig, da man bei etwa stattgehabter Empfindung nie sicher ist, ob nicht die Auflösung des Geschmackstoffes auf die Umgebung der untersuchten Stelle sich verbreitet hat. Jedenfalls dürfen die Krystalle an der betreffenden Stelle nicht gerieben werden, sondern müssen angedrückt bleiben. Ich habe bei einer ziemlichen Anzahl Personen durch wenige, mehr beiläufig angestellte, Versuche mit Chlornatriumkrystallen an den papillenlosen Stellen der Zunge nie Geschmacksempfindung erhalten; höchstens entstand bei längerem Andrücken an der Unterseite Brennen.

An mir selbst habe ich das Verhalten des Zäpfchens, der vorderen Gaumenbögen und der hintern Rachenwand mit Krystallen von Chlornatrium, von Weinsäure, mit syrupus hollandicus und extractum Gentianae geprüft, ohne dass je Empfindung eingetreten wäre. Die hinter den umwallten Papillen liegenden seitlichen Zungentheile wurden ebenfalls mit negativem Resultate durch Chlornatriumkrystalle geprüft; in der Mitte konnte ich wegen eintretender Würgbewegungen zu keinem Resultat kommen. Vexirversuche habe ich mit dieser Methode wegen ihrer geringen Zuverlässigkeit nicht verbunden.

Um das Ueberfliessen der gebrauchten Lösung eines Geschmackstoffes von der untersuchten Stelle auf die Umgebung zu verhüten, wurde folgendermaassen verfahren: Eine Glasröhre von 3 Centimeter Länge und beinahe 7 Millimeter Durchmesser im Lichten wurde mit dem einen, glatt abgeschnittenen Ende auf die betreffende Stelle

der Zunge gestellt; in diese Röhre wurde mit einer kleinen Glasspritze die zu prüfende Flüssigkeit eingespritzt, so dass sie etwa 5 Millimeter hoch in der Röhre und auf der gewünschten Stelle der Zunge stand. Den Versuchspersonen war unbekannt, welche Lösung eingespritzt wurde, auch mussten sie durch Zeichen ihr Urtheil, ob die Empfindung des Bittern, Sauern etc. entstand, abgeben, so lange die Röhre auf der Zunge aufgesetzt war. Um die nöthige Unbefangenheit herzustellen, wurde ausser den Lösungen der Geschmacksstoffe abwechselnd reines Wasser eingespritzt. Die in folgender Tabelle a vorkommenden Versuchspersonen sind I ich selbst, II meine Frau, beide 27 Jahre alt, III ein 18jähriges Mädchen aus gebildetem Stand; IV ein Student, V—IX sind intelligente Bauernmädchen im Alter von etwa 20 Jahren. Bei letztern zeigte die Zungenspitze zwar jedesmal starke Empfindung, allein die einzelnen Geschmacksstoffe wurden theilweise unter einander verwechselt, die betreffenden Urtheile wurden von mir nicht notirt. Die gebrauchten Lösungen waren: gesättigte Chlornatriumlösung; Lösung von basisch schwefelsaurem Chinin (1,5 Grm. auf 300 C.C. Wasser); von Rohrzucker (3,7 Grm. auf 10 C.C. Wasser); von englischer Schwefelsäure (0,5 C.C. auf 10 C.C. Wasser). Die Versuche wurden im August 1869 angestellt. In der Tabelle ist jedes einzelne Urtheil notirt und ist A = Bitter, S = Salzig, a = Sauer, D = Süss, W = Wasser.

Tabelle a.

Gebrauchte Stoffe	Urtheile der Versuchspersonen									Stellen der Zunge
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Chinin	AA	AA	A	A	—	—	—	—	—	Spitze
	AW	WW	W	W	W	unbest.	W	W	W	Mitte
	WW	WW	W	W	W	W	W	W	W	Unterseite
Schwefelsäure	aa	aa	A	A	—	—	—	—	—	Spitze
	WW	WW	W	W	W	W	W	a	W	Mitte
	WW	WW	W	W	W	W	W	W	S	Unterseite
Zucker	DD	DD	D	D	—	—	—	—	—	Spitze
	WW	WW	W	W	W	W	W	W	W	Mitte
	WW	WW	W	W	W	W	W	a	W	Unterseite
Chlornatrium	SS	SS	S	S	—	—	—	—	—	Spitze
	WW	WW	W	W	a	W	W	W	W	Mitte
	WW	WW	W	W	W	W	W	W	W	Unterseite
Wasser	WW	WW	W	A	—	—	—	—	—	Spitze
	WW	WW	W	W	W	W	W	W	W	Mitte
	WW	WW	W	W	W	W	W	A	W	Unterseite

Aus der Tabelle geht hervor, dass die papillenfreien Stellen der Zunge keine Empfindung zeigen; die wenigen Ausnahmen sind wohl (bei den nicht so aufmerksamen Mädchen) Täuschungen oder beruhen auf nicht ganz zu vermeidenden Versuchsfehlern.

Da die Versuchsbedingungen für den Geschmacksinn sehr ungünstig schienen, so war die Möglichkeit denkbar, dass unter günstigeren Bedingungen auch die papillenfreien Stellen Empfindung gezeigt hätten. Es schien mir desshalb von Wichtigkeit, die Grenzen der Schmeckbarkeit für Chlornatrium auf der Zungenspitze, der empfindlichsten Stelle auf der vordern Zunge, unter den gegebenen Bedingungen kennen zu lernen. Die hiezu nöthigen Versuche sind nach der Methode der richtigen und falschen Fälle angestellt; ausser verschieden concentrirten Chlornatriumlösungen wurde abwechselnd reines Wasser in die auf der Zunge stehende Röhre eingespritzt; wie oben war den Versuchspersonen (I und II) unbekannt, was eingespritzt wurde, und sie mussten ihr Urtheil abgeben, so lange die Röhre auf der Zunge stand. Auf eine tägliche Versuchsstunde kommen 12—13 Versuche mit jeder von 3 verschiedenen Concentrationen und 24—26 Versuche mit Vexirwasser. Die Aufeinanderfolge der Concentrationen und des Vexirwassers, sowie die Abwechslung zwischen rechter und linker Zungenseite waren in geeigneter Weise regulirt, Verhältnisse, auf welche ich hier nicht näher eingehe. Die folgenden Tabellen enthalten die auf Procentwerthe reducirte Anzahl der Urtheile „richtig“ = R und „unbestimmt“ = U.

Tabelle b.

Datum der Versuche	Anzahl der Versuche	Concentration der Lösungen	Procentwerthe der Urtheile			
			I		II	
			R	U	R	U
12., 13., 14., 15. Novbr. 1869	mit jeder Concentration 50	0,0039	70	10	68	14
		0,0031	70	26	52	16
		0,0025	82	34	35	12
	mit Vexirwasser: 100.	Vexirwasser	75	19	79	4

Tabelle c.

Datum der Versuche	Anzahl der Versuche	Concentration der Lösungen	Procentwerthe der Urtheile I R	I U	II R	II U
18., 20., 23., 24. Novbr. 1869	mit jeder Concentration 50	0,0025	60	14	82	8
		0,0022	56	14	76	4
		0,0019	32	14	32	40
	mit Vexirwasser: 100.	Vexirwasser	74	18	81	9

Tabelle d.

Datum der Versuche	Anzahl der Versuche	Concentration der Lösungen	I R	I U	II R	II U
30. Nov. 1., 2., 3. Decbr. 1869	wie oben.	0,0014	66	12	62	20
		0,0012	54	20	44	26
		0,0011	34	16	22	10
		Vexirwasser	79	10	90	5

Tabelle e.

Datum der Versuche	Anzahl der Versuche	Concentration der Lösungen	I R	I U	II R	II U
6., 7., 8., 9. Januar 1870	wie oben.	0,0011	32	44	32	38
		0,00099	32	38	18	16
		0,00089	12	54	4	10
		Vexirwasser	80	15	98	2

Wenn auch mit den verwendeten Lösungen die unterste Grenze der Schmeckbarkeit auf der Zungenspitze noch nicht erreicht ist, so sind die zwei schwächsten derselben schon so verdünnt, dass sie nicht immer die Empfindung des Salzigen hervorrufen, wenn man 30 C.C. derselben frei in den Mund nimmt, also unter den gewöhnlichen Bedingungen des Schmeckens; es schienen mir die Versuche zur Erreichung des beabsichtigten Zwecks zu genügen. Ueberdiess werden die Resultate der Tabelle a bestätigt durch weiter unten (in 3) mitgetheilte Versuche mit einzelnen Papillen.

Vergleicht man die Concentrationen 0,0039, 0,0025 und 0,0014, insofern sie in den Tabellen b, c und d die stärksten Lösungen sind, mit einander, so zeigt sich, dass dieselben annähernd gleich oft als salzig erkannt wurden; dasselbe gilt von den mittleren und schwächsten Lösungen. Es beruht dies wohl theilweise auf der von Tag zu Tag grösser werdenden Uebung, im Wesentlichen erkläre ich es aber folgendermaassen: ist z. B. die Concentration 0,0025 die schwächste von 3 an einem Tag gebrauchten, so bewirkt die (unbewusste) Vergleichung mit beiden stärkern, dass sie viel weniger oft als salzig erkannt wird, als wenn sie allein oder mit anderen schwächeren gebraucht wird. Analoge Verhältnisse ergeben sich bei Betrachtung des Einflusses, welchen die Aufeinanderfolge verschiedener an einem Versuchstag gebrauchter Concentrationen auf das Urtheil hat; es wird nemlich eine schwache Lösung besser geschmeckt, wenn sie unmittelbar nach Wasser in den Mund genommen wird, als wenn sie auf eine stärkere Lösung desselben Geschmackstoffs folgt.

2) Versuche auf verschieden grossen Flächen der Zungenspitze.

Um den Einfluss der Grösse der gereizten Zungenfläche auf den Geschmack kennen zu lernen, muss man Flächen vergleichen, welche sich in Beziehung auf Anzahl und Grösse der Papillen gleich verhalten. Diese Forderung befriedigte folgende Modifikation der oben beschriebenen Versuchstechnik. In einer Glasröhre von 3 Centimeter Länge und einem Durchmesser von etwas über 2 Centimeter wurden 2 kleinere Glasröhrchen, deren Durchmesser 7 Millimeter im Lichten war, in der Art mit Schellack befestigt, dass in die grössere Röhre eingegossene Flüssigkeit nur durch die kleinen Röhrchen abfliessen konnte. Die freien, glatt abgeschnittenen Enden der kleinen Röhrchen ragten aus der anderen Röhre etwa 2 Centimeter heraus und befanden sich in einer Ebene unmittelbar neben einander. Diese freien Enden wurden so auf der Zungenspitze aufgesetzt, dass ein Röhrchen rechts, das andere links von der Mittellinie stand: durch Eingiessen der Flüssigkeit in die weitere Röhre füllten sich die kleinen Röhrchen.

Die Versuche wurden in der Art angestellt, dass abwechselnd 1) eines der Röhrchen verstopft war, 2) beide Röhrchen offen waren, so dass also im ersten Fall die von der Flüssigkeit berührteZungenfläche halb so gross war, wie im zweiten Falle. Im Uebrigen ist Versuchsmethode und Anordnung der Tabellen vollständig dieselbe wie oben.

1) Ein Röhrchen war verstopft.

Tabelle f.

Datum der Versuche	Anzahl der Versuche	Concentration der Lösungen	Procentwerthe der Urtheile I R	I U	II R	II U	I und II zusammen genommen R	I und II zusammen genommen U
9., 10., 11., 21., 28. Febr. 1. März 1870.	Mit jeder Concentration 100	0,000954	70	3	88	1	79	2
		0,000636	54	11	69	14	61	12
		0,000318	42	11	38	7	40	9
		0,000159	28	10	31	10	29	10
	mit Vexirwasser: 100	Vexirwasser	85	4	96	2	90	3

2) Beide Röhrchen waren offen.

Tabelle g.

Datum der Versuche	Anzahl der Versuche	Concentration der Lösungen	I R	I U	II R	II U	I und II R	I und II U
5., 7., 8., 15., 16., 17. Febr. 1870	wie oben.	0,000954	83	5	95	—	89	2
		0,000636	67	15	90	3	78	9
		0,000318	48	19	69	5	58	12
		0,000159	16	29	27	28	21	28
		Vexirwasser	85	10	96	1	90	5

3) 30 Cubikcentimeter wurden frei in den Mund genommen und nach gehabter Empfindung ausgespieen.

Tabelle h.

Datum der Versuche	Anzahl der Versuche	Concentration der Lösungen	I R	I U	II R	II U	I und II R	I und II U
12., 13., 14., 18., 20., 21. Febr. 1870	wie oben	0,000954	99	1	100	—	100	—
		0,000636	95	4	97	2	96	3
		0,000318	60	26	60	18	60	22
		0,000159	12	39	9	17	10	28
		Vexirwasser	92	8	100	—	96	4

Die drei stärkeren Lösungen zeigen, wie zu erwarten war, in Tabelle h die meisten, in Tabelle g weniger und in Tabelle f die wenigsten Fälle — die schwächste Lösung zeigt auffallenderweise in allen 3 Tabellen (bei Berücksichtigung der Wasserfehler) annähernd gleich viele Fälle von stattgehabter Geschmacksempfindung. Am besten scheint mir dies erklärt zu werden durch den Einfluss, welchen die (unbewusste) Vergleichung der an einem Versuchstag gebrauchten Lösungen hat. Werden nämlich 30 Cubikcentimeter in den Mund genommen, so erregen die stärkeren Lösungen deutliche Empfindung; hierdurch werden nicht nur Wasserfehler selten, sondern es wird auch die schwächste Lösung weniger oft als salzig erkannt; das Umgekehrte findet statt wenn die Salzlösung nur mit einem kleinen Theil der Zungenfläche in Berührung kommt und die Eindrücke auch der stärkern Lösungen schwach sind. — Zählt man die Entscheidung „unbestimmt" halb zu richtig und halb zu falsch, und trägt man in einem Coordinatensystem die Concentrationen als Abscissen, die Zahl der zugehörigen richtigen Fälle als Ordinaten auf, so zeigen die Curven folgenden Verlauf: Die der Tabelle h angehörende Curve ist gegen die Abscissenaxe concav und geht derselben vom Abscissenwerth 636 an beinahe parallel. Die den Tabellen g und f angehörenden Curven sind vom Abscissenwerth 318 an nahezu unter sich parallel und gerade Linien; es wächst also die Anzahl der richtigen Fälle bei ihnen nahezu proportional den Concentrationen und es ist der Abstand beider Curven (= der Differenz der richtigen Fälle) bei verschiedenen Concentrationen derselbe. Der Analogie halber sei hier bemerkt, dass sich bei den Versuchen mit einzelnen Papillen (siehe nächsten Abschnitt) Aehnliches ergeben hat: bei gleich concentrirter Lösung steigt die Anzahl der richtigen Fälle nahezu proportional der Anzahl der gereizten Papillen. Auch bei diesen letzteren Versuchen haben die Empfindungen sehr geringe Intensität.

Es scheint mir wahrscheinlich zu sein, dass bei dem Geschmacksinn eine untere Grenze der Schmeckbarkeit der Stoffe in der Art vorhanden ist, dass Lösungen von gewisser Verdünnung auf die Zahl der richtigen und falschen Fälle überhaupt keinen Einfluss mehr gewinnen können. Ich glaube, dass die schwächsten meiner

Lösungen dieser unteren Grenze für Chlornatrium nahe stehen und dass dieselbe von der Grösse der gereizten Zungenfläche (respective von Zahl und Grösse der gereizten Papillen), so lange dieselbe nicht allzu klein wird, unabhängig ist.

Wichtig ist eine Vergleichung des Chlornatriumgehalts der Mundflüssigkeiten mit dem Chlornatriumgehalt meiner Salzlösungen. Nach Bidder und Schmidt enthalten (in 100 Theilen):

	Wasser	Organ. Materie	Chlorkalium und Chlornatrium
Reiner Mundschleim . . .	99	0,38	0,53
Parotissekret	99,53	0,14	0,21
Submaxillardrüsensekret .	99,14	0,29	0,45

Die Concentration meiner stärksten Lösung ist 0,00095. Auch bei der Annahme, dass der Geschmacksnerv gegenüber dem Speichel durch die beständige Einwirkung abgestumpft sei, ist es überraschend, dass viel schwächere Chlornatriumlösungen, als der Speichel selbst ist, deutlich den Eindruck des Salzigen machen. Es scheint jedoch die Beimischung des Schleims dem Schmecken ungünstig zu sein. Vermischte ich 100 Cubikcentimeter meiner Salzlösungen mit 0,25 Grm. arabischen Gummi's, so zeigte nur die Concentration 0,00095 deutlichen Salzgeschmack. Verglich man die schleimigen Salzlösungen mit den nicht schleimigen, so schmeckten die ersten sehr viel schwächer salzig, so dass z. B. Concentration 0,000636 mit Schleim viel schwächer schien als Concentration 0,000318 ohne Schleim. Verglich man die schleimigen Salzlösungen mit schleimigem Wasser, so konnte 0,000159 nie, 0,000318 fast nie vom Wasser unterschieden werden..

Bekanntlich ist nicht entschieden, ob das Chlornatrium der Mundflüssigkeiten sich im Zustand einer einfachen wässerigen Lösung befindet.

3) Versuche mit einzelnen Papillen.

Um das Verhalten der keulförmigen Papillen zu ihrer Umgebung zu prüfen, wählte ich grosse Papillen nicht ganz in der Zungen-

spitze, wo sie zu dicht stehen. Mit dem kleinen Splitter eines Weinsäure- oder Chlornatriumkrystalls wurde der rothe Theil der Papille berührt und von der Versuchsperson sogleich das Urtheil durch Zeichen abgegeben. Gewöhnlich eine Minute nachher wurde ein papillenfreier Punkt in der nächsten Umgebung berührt und ebenfalls das Urtheil durch Zeichen abgegeben. Eben so oft wurde zuerst die Umgebung, dann die Papille berührt. Eine grössere Anzahl von Versuchen wurden mit den Versuchspersonen II, III und einem weiteren 18-jährigen Mädchen gemacht, ohne dass die Betreffenden wussten, ob die Papille oder die Umgebung berührt wurde, bei den Versuchen mit Versuchsperson I vor dem Spiegel war dies bekannt. Mit Versuchsperson I und II wurden je etwa 100, mit den beiden andern Versuchspersonen je gegen 50 Versuche gemacht, welche die beabsichtigte Stelle richtig trafen. Um brauchbare Resultate zu bekommen, darf man nur wenige Versuche nach einander machen, da sonst die nothwendige Ruhe von Zunge und Hand verloren geht. Ohne Ausnahme ergaben alle Versuche, dass nur die Papillen, nicht ihre Umgebung der Geschmacksempfindung fähig sind; dasselbe Resultat erhielt ich bei wenigen gelegentlichen Versuchen mit einer grösseren Anzahl von Personen. Die umwallten Papillen zeigten bei einigen Versuchen an meiner Zunge starke Empfindung.

Ich glaube nicht, dass die Bestimmung der absolut kleinsten, schmeckbaren Menge von Chlornatrium möglich ist; ich bestimmte jedoch auf 2 verschiedene Methoden die schwächste, unter den gewählten Versuchsbedingungen für eine Papille schmeckbare Chlornatriumlösung.

1. Eine 4 Centimeter lange Glasröhre hatte an einem Ende einen Durchmesser von etwas über 1 Centimeter, der Querschnitt des andern Endes hatte beiläufig die Form einer Ellipse, deren grosse Axe 2 Millimeter lang war. Das elliptische Ende wurde so auf die Zunge gesetzt, dass eine einzige grosse Papille innerhalb der Röhre war; eine in das weitere Ende der Röhre eingegossene Flüssigkeit kam also allein mit dieser Papille in Berührung. Die Versuche wurden, wie die oben beschriebenen, mit verschieden concentrirten Chlornatriumlösungen nach der Methode der richtigen

und falschen Fälle angestellt. Vexirversuche wurden auf zweierlei Art gemacht 1) wurde reines Wasser in die Röhre eingegossen; 2) wurde die Röhre auf papillenfreie Stellen der Zunge gesetzt und eine concentrirte Salzlösung eingegossen. Die Einrichtung der Tabellen ist wie oben.

Tabelle i.

Datum der Versuche	Anzahl der Versuche	Concentration der Lösungen	Procentwerthe der Urtheile d. Versuchsperson III		Anzahl der Papillen innerhalb der Glasröhre
			R	U	
14. Januar 1870	25	0,0062	88	8	1
	25	0,0045	60	28	
	25	mit Wasser (Vexirversuche)	96	—	
	25	m. papillenfr. Stellen (Vexirversuche)	84	16	
15. Januar 1870	25	0,0035	76	16	1
	25	0,0029	20	56	
	25	mit Wasser (Vexirversuche)	100	—	
	25	m. papillenfr. Stellen (Vexirversuche)	96	4	
18. u. 19. Jan. 1870	50	0,0025	32	38	1
	50	0,0021	0	2	
	50	mit Wasser (Vexirversuche)	100	—	
	50	m. papillenfr. Stellen (Vexirversuche)	100	—	
20. u. 21. Jan. 1870	50	0,0025	50	26	2
	50	0,0021	0	0	
	50	mit Wasser (Vexirversuche)	100	—	
	50	m. papillenfr. Stellen (Vexirversuche)	100	—	
22. u. 23. Jan. 1870	50	0,0025	66	18	3
	50	0,0021	6	14	
	50	mit Wasser (Vexirversuche)	100	—	
	50	m. papillenfr. Stellen (Vexirversuche)	100	—	
24. Januar 1870	50	0,0025	74	20	4
	50	0,0021	40	26	
	50	mit Wasser (Vexirversuche)	100	—	
	50	m. papillenfr. Stellen (Vexirversuche)	100	—	

Am 20. Januar und den folgenden Versuchstagen wurde eine Glasröhre verwendet, deren einer Querschnitt einer Ellipse mit einer grossen Axe von 4 Mm. und einer kleinen Axe von 2,5 Mm. glich.

Der andere Querschnitt war kreisförmig, sein Durchmesser über 1 Centimeter. Wie bereits bemerkt, wächst bei Concentration 0,0025 die Zahl der richtigen Fälle annähernd proportional der Zahl der gereizten Papillen; diese Thatsache bestätigt die Behauptung, dass die keulförmigen Papillen allein die Organe des Geschmacksinns sind.

2. Zur Messung des gebrauchten minimalen Volums einer Salzlösung diente nach dem Vorschlage Herrn Professor Vierordts ein Verfahren, welches dem bei der Bestimmung des Blutvolums für die Zählung der Blutkörperchen angewandten analog war. Eine Glascapillare von 0,278 Mm. Durchmesser im Lichten und etwa 4 Centimeter Länge wurde im konisch ausgezogenen Ende eines etwas weiteren Glasröhrchens befestigt. An der Capillare war eine kleine papierne Theilung angebracht, auf welcher noch 0,5 Mm. abgelesen werden konnten. Durch Capillarattraktion erhielt man eine Flüssigkeitssäule von beliebiger Länge in der Capillare, ein geringer Druck des auf das freie Ende der weiteren Röhre aufgesetzten Zeigefingers bewirkte den Austritt einer kleinen Flüssigkeitsmenge aus der Capillare. Die Verkürzung der Flüssigkeitssäule konnte man an der Papiertheilung ablesen und hieraus die Menge der ausgetretenen Flüssigkeit berechnen. Nach einiger Uebung gelang es leicht, die Säule um 0,5 Mm. zu verkürzen.

Um die Anwendbarkeit des Verfahrens zu prüfen, wurden mit diesem Apparate zunächst Versuche über die Ausbreitung solcher minimer Flüssigkeitsmengen auf der Zunge angestellt. Dazu diente Dinte. Wird keine Papille berührt, so verbreitet sich die Flüssigkeit nur in den kleinen Furchen zwischen den Papillen und die rothen Flächen derselben ragen heraus; erst durch Zungenbewegungen, Reiben am Gaumen oder bei grosser Dintenmenge werden auch sie bedeckt. Berührt man eine Papille, so verbreitet sich die Flüssigkeit ebenfalls rasch in den Furchen. Ausserdem hat man die Menge der ausfliessenden Flüssigkeit nicht in der Gewalt, immer wird der Capillare mehr entzogen, als man zum Ausfliessen bringen wollte. Trocknet man die herausgestreckte Zunge ab durch 2- bis 3-maliges Andrücken von Fliesspapier, so fallen die genannten Uebelstände weg; der applicirte kleine Flüssigkeitstropfen bleibt 10 und

mehr Sekunden auf der Höhe einer Papille stehen und kann auch bei wasserhellen Flüssigkeiten bequem gesehen werden.

Die Versuche in folgender Tabelle k sind mit Versuchsperson III bei abgetrockneter Zunge gemacht. Ich begnügte mich, bei diesen Versuchen ohne Rücksicht auf manche Nebenumstände folgende Bedingungen einzuhalten: Ein Versuch wurde benützt, bei welchem das Volum der aus der Capillare ausgetretenen Flüssigkeit etwa 0,0303 Cubikmillimeter betrug, was einer Abnahme der Flüssigkeitssäule in der Capillare um 0,5 Mm. entspricht. Es musste ferner das Flüssigkeitströpfchen die beobachtete Zeit über (1—2 Sekunden) auf der Papille stehen; bei einer Abnahme der Flüssigkeitssäule um mehr als 1 Mm. floss auch von den grössten Papillen ein Theil des Tröpfchens ab und der Versuch wurde dadurch unbrauchbar. Versuche, bei welchen die Abnahme der Säule zwischen 0,5 und 1 Mm., also das Volum der ausgetretenen Flüssigkeit zwischen 0,0303 und 0,0606 Cubikmillimeter betrug, kommen selten vor und brauchen nicht besonders berücksichtigt zu werden. Vexirwasser wurde mit einem zweiten, dem beschriebenen ähnlichen Apparat gerade so oft auf die Papillen gebracht, als Chlornatriumlösung. Die Versuchsperson hatte die Augen geschlossen und gab ihr Urtheil durch Zeichen ab. — Die stärkste der verwendeten Lösungen ist gesättigte Chlornatriumlösung.

Tabelle k.

Datum der Versuche	Anzahl der Versuche	Chlornatriumgehalt in 0,0303 Cmm.	Procentzahl der richtigen Urtheile
29. u. 30. Aug.	100	0,0096 Milligramm	76
2. Sept. 1869	100	Vexirwasser	99
31. August u.	100	0,0048 Milligramm	72
2. Sept. 1869	100	Vexirwasser	92
1. Sept. 1869	100	0,0031 Milligramm	60
	100	Vexirwasser	92
2. Sept. 1869	100	0,0024 Milligramm	8
	100	Vexirwasser	100

Das Urtheil „unbestimmt“ wurde nie abgegeben. Als das Resultat weniger, im Juli 1869 mit Versuchsperson II gemachter derartiger Versuche hat sich ergeben, dass die Lösung, welche in 0,03 Cubikmillimeter 0,0031 Milligr. Salz enthielt, gewöhnlich geschmeckt wird, die, welche 0,0024 Milligr. Salz enthielt, aber nicht mehr. Die Menge Chlornatrium, welche beim Betupfen einer Papille mit einem Krystall hinreicht, um die Empfindung des Salzigen hervorzurufen, ist nach meiner Ansicht weniger als 0,0024 Milligramm.

Die Querlinien der Muskelfasern.

Nachträgliche Bemerkung

von

Dr. W. Krause,
Professor in Göttingen.

Behandelt man Muskelfasern niederer Wirbelthiere mit Kali bichromicum (Müller'sche Flüssigkeit), so kann jede Spur der von mir so genannten Querlinien verschwinden. Man sieht bei oberflächlicher Focus-Einstellung allerdings sehr zarte dunkle Linien, welche schon Dobie[1]) richtig als einen optischen Effekt deutete. Unter „oberflächlicher" Focus-Stellung ist hier, wie in einem früheren Aufsatze[2]), derjenige Fall zu verstehen, wenn der Focus nicht auf die grösste Breite der cylindrischen Muskelfaser eingestellt ist, sondern ein wenig gehoben wurde. Das Bild, welches in beiden Fällen resultirt, ist natürlich ein ganz verschiedenes. Bei „richtiger" Focusstellung, d. h. wenn die Muskelfaser oder das Muskelstückchen in grösster Breite erscheint, sieht man helle Bänder der isotropen Substanz, in welchen keine Querlinien zu erkennen sind. Die anisotrope Substanz ist dunkel und es wird jedes dunkle Querband durch eine in der Querrichtung der Muskelfaser verlaufende helle Lichtlinie in zwei Hälften getheilt.

Dieses Bild ist genau dasselbe, welches ich früher aus dem frischen Froschmuskel abbildete[3]) und welches einen so heftigen Angriff von Seiten Hensen's[4]) erfuhr. Dasselbe Bild ist in den

1) Annals of natural history. 2. ser. Vol. III.

2) Zeitschr. f. Biologie. 1869. Bd. V. S. 411.

3) Die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskelfasern. 1869. S. 9. Fig. 2.

4) Arbeiten des Kieler physiologischen Instituts S. 175.

eigenen Präparaten Hensen's (von Amphioxus lanceolatus) an jeder Stelle einer richtig eingestellten Muskelfaser sichtbar (Fig. *B*).

Stellt man den Focus höher, zu hoch oder oberflächlich, so ändert sich das Bild. Was hell war, wird dunkel und umgekehrt (Fig. *A*). Die isotrope Substanz erscheint jetzt dunkel; die anisotrope hell, aber durch eine feine dunkle Linie (Mittelscheibe) unterbrochen. Bei dieser Focusstellung sind die Hensen'schen Photographien (von Amphioxus lanceolatus) aufgenommen.





Muskelstückchen von Amphioxus nach einem Hensen'schen Präparate in Kali bichromicum. Vergr. 800.

A bei oberflächlicher Focalstellung; die dickeren dunkeln Linien sind die isotrope Substanz, die feineren die Mittelscheibe *m* von Hensen, innerhalb der anisotropen Substanz gelegen; letztere ist hell.

B dieselbe Faser in „richtiger" Focalstellung. Der Contour ist scharf begrenzt; die anisotrope Substanz dunkel, die isotrope hell. Jeder aus anisotroper Substanz bestehende Querstreifen wird durch eine helle in der Querrichtung der Muskelfaser verlaufende Lichtlinie halbirt. Diese Lichtlinie erscheint bei zu hoher Focalstellung dunkel; sie ist die sogenannte Mittelscheibe *m*.

Was sich aus dieser Untersuchung, die auf die eigenen Präparate und Photographien Hensen's (Dank deren freundlicher Uebersendung) Rücksicht nehmen konnte, in Betreff der früheren Controversen ergibt, ist Folgendes.

Die von mir sogenannten Querlinien sind an den Hensen'schen Präparaten gar nicht sichtbar.

Die Hensen'schen Photographien zeigen die Mittelscheibe bei „zu hoher" Focalstellung aufgenommen.

Die sogenannte Mittelscheibe hat mit den Querlinien keinerlei Beziehung. Bei richtiger Focalstellung erscheint sie in Wirbelthiermuskeln hell, heller als die anisotrope Substanz, die sie in zwei Hälften theilt. Sie ist als optischer Ausdruck des stärkeren Lichtbrechungsvermögens der anisotropen Substanz aufzufassen, welche Erklärung schon Dobie (1849) abgegeben hat.

Keiner der bisherigen Forscher hat sich eine Verwechslung

der anisotropen und isotropen Substanz bei Wirbelthiermuskeln zu Schulden kommen lassen.

Hensen hat successive dreierlei unter sich verschiedene Dinge als „Mittelscheiben" beschrieben, nämlich:

1. Bei Wirbellosen unter richtiger Focalstellung die wirklichen Querlinien, wobei aber die anisotrope und isotrope Substanz mit einander verwechselt wurden (s. diese Zeitschr. Bd. V. Taf. I. Fig. 4).

2. Bei höheren Wirbelthieren unter richtiger Focusstellung (und schiefer Beleuchtung) den Schatten werfenden Rand der anisotropen Substanz (daselbst Fig. 9).

3. Bei niederen Wirbelthieren unter „zu hoher" Focusstellung die dunkle Linie (Holzschnitt *A*, *m*), welche unter diesen Umständen der Ausdruck des stärkeren Lichtbrechungsvermögens der anisotropen Substanz ist.

Untersuchungen über die Verdaulichkeit der Cellulose beim Menschen;

ausgeführt von

Dr. H. Weiske,

Dirigent der Versuchsstation Proskau.

Bekanntlich wurde die bereits längst gehegte Vermuthung, dass Cellulose von den Herbivoren verdaut werden könne, durch die Versuche von Haubner, Henneberg, Stohmann etc. zur Gewissheit erhoben. Haubner fand zunächst, dass beim Rind von der im Futter gegebenen Cellulose bis 60 % und darüber in den Faeces nicht wieder erschien, also verdaut sein müsse, was später durch Henneberg und Stohmann bestätigt wurde. Die beiden letzteren Forscher lieferten zugleich auch den analytischen Beweis, dass der zur Verdauung gelangte Theil des mit dem Namen „Rohfaser" belegten Gemisches von Cellulose, Lignin und Cuticularsubstanz wirklich Cellulose sei.

Ausser für das Rind ist die Verdaulichkeit der Cellulose später auch für andere Herbivoren nachgewiesen worden, so durch die Versuche von Hofmeister, Stohmann, Bauer etc. für das Pferd, Schaf, Ziege und Kaninchen.

Trotzdem für verschiedene Herbivoren die Ausnutzung der Cellulose als erwiesen betrachtet werden kann, ist man doch über den Ort und die Flüssigkeit des Verdauungsapparates, an welchem und durch welche die Auflösung der Cellulose erfolgt, noch nicht im Klaren, vielmehr sind alle bisher angestellten Versuche über Einwirkung verschiedener künstlicher Verdauungssäfte auf Cellulose insofern ohne Erfolg gewesen, als keiner derselben eine wesentliche Veränderung auf Cellulose hervorzubringen vermochte.

Ueber Ausnutzung der Cellulose durch Carnivoren liegen weniger zahlreiche Versuche vor, doch lässt sich aus den von Frerichs, Hofmann, Voit u. A., mit Hunden angestellten, mit ziemlicher

Gewissheit annehmen, dass im Verdauungskanal der Carnivoren eine Lösung der Cellulose nicht erfolgt.

Ob die Cellulose für den Menschen ein Nahrungsstoff sei, war bisher noch unentschieden.

Zwar schienen die hierüber angestellten Untersuchungen von Frerichs und neuerdings von Hofmann die Frage zu verneinen, indess war in allen diesen Versuchen eigentlich nur nachgewiesen, dass entweder durch künstliche Einwirkung von menschlichen Verdauungssäften auf rohe Pflanzentheile, oder bei Aufnahme von präparirter, jedenfalls älterer Cellulose neben hinreichend anderen Nahrungsstoffen eine wesentliche Veränderung der Cellulose nicht erfolgte. Es war mithin immer noch möglich, dass eine Verdauung der Cellulose bei ausschliesslich vegetabilischer Nahrung stattfinden könne, und dass, wenn auch nicht die ältere, so doch ganz junge Cellulose und zwar in Form von gekochtem Gemüse der Einwirkung der Verdauungssäfte beim Menschen nicht ganz entging.

Ueberhaupt scheint ja die Cellulose je nach Alter u. s. w. in Bezug auf Verdaulichkeit in verschiedenen Modifikationen zu bestehen. Es ist dies schon aus den Futterausnutzungsversuchen mit Herbivoren ersichtlich, bei denen z. B. das Rind von der „Rohfaser" des Grummets 68 % ausnützt, von der des gewöhnlichen Heues hingegen nur etwa 57 % (Henneberg).

Zur Lösung der Frage über Verdaulichkeit der Cellulose beim Menschen wurde daher nachstehender Versuch unternommen, bei dem der Nachweis einer etwa stattfindenden Verdauung dieser Substanz bei ausschliesslicher Pflanzenkost in Form von gekochtem Gemüse erzielt werden sollte.

Es liess sich im Voraus hierbei nicht verkennen, dass mit verschiedenen Schwierigkeiten zu kämpfen sein würde, die vor Allem in der geringen Menge von Cellulose lagen, welche der Mensch, selbst bei ausschliesslich vegetabilischer Nahrung, im Vergleich mit dem Herbivor, zu sich zu nehmen im Stande ist. Bei einer selbst nicht unerheblichen procentischen Ausnützung der Cellulose musste die absolute Menge derselben doch gering bleiben, und es war daher nöthig, einen möglichst scharfen Weg einzuschlagen, um selbst aus geringen Gewichtsdifferenzen zwischen

Cellulose der Nahrung und Cellulose der Faeces mit Bestimmtheit auf Verdauung derselben schliessen zu können.

Es wurde daher von dem bei Futterausnützungsversuchen gewöhnlich zur Anwendung kommenden Gange abgesehen und folgender, als voraussichtlich am besten zum Ziele führender Weg eingeschlagen: Der Verdauungsapparat der betreffenden Versuchsindividuen wurde zunächst durch mehrtägige rein animalische Nahrung vollständig cellulosefrei gemacht, hierauf mit dem eigentlichen Versuche begonnen, und während desselben bestimmte Mengen von vegetabilischer Nahrung mit festgestelltem Cellulose-Gehalt genossen. Nach Ablauf der betreffenden Versuchstage wurde wieder mehrere Tage hindurch nur animalische Nahrung gegeben, so dass die während der Versuchszeit genossene Cellulosemenge scharf abgegrenzt war. Eine Störung des Wohlbefindens ist durch die Uebergänge von der animalischen Nahrung zur vegetabilischen und umgekehrt in keiner Weise eingetreten, daher wohl auch anzunehmen, dass der allerdings etwas schroffe Wechsel nicht störend gewirkt hat; jedenfalls konnte dadurch, im Falle überhaupt ein Verschwinden von Cellulose beobachtet würde, das Resultat nicht beeinträchtigt werden.

Als Versuchsindividuum I hatte sich mein College S. zur Verfügung gestellt, der für den Versuch selbst reges Interesse zeigte, und dem ich hiemit für seine grosse Bereitwilligkeit und genaue Beobachtung aller Vorschriften meinen aufrichtigsten Dank sage. Als Versuchsindividuum II diente Schreiber dieses selbst.

S. und W. wohnten während der Dauer des Versuches in einem auf der Station gelegenen Zimmer. S. stand im 30., W. im 28. Lebensjahre; Ersterer wog bei Beginn des Versuches am 16. Dezember 1869 früh $7^1/_2$ Uhr 137,5 Pfd., Letzterer 128,0 Pfd.

Am 16., 17., 18. Dezember wurde zunächst zur Reinigung des Verdauungsapparates von Cellulose mit Ausnahme von filtrirtem Kaffee und Bier nur animalische Nahrung genossen, und zwar bestand dieselbe pro Mann und Tag aus folgendem: Früh 8 Uhr Kaffee und 3 gesottene Eier; Mittags 1 Uhr $^1/_2$ Pfd. gekochtes Fleisch; nach Tisch Kaffee; Abends 7 Uhr $4^1/_2$ Eier mit Butter (in Form von Rührei); ausserdem beliebige aber mässige Quantitäten von Bier.

Diese, sowie alle nachfolgenden Speisen wurden auf der Station selbst von der Frau des Laboratoriumdieners unter meiner Aufsicht zubereitet.

Der Stuhlgang erfolgte bei S. und W. regelmässig einmal des Tages zwischen 9 und 11 Uhr Morgens; die Faeces waren von homogener Beschaffenheit, ziemlich consistent und besassen eine braune Farbe. Das Gewicht von S. und W. betrug Morgens nüchtern:

	S.	W.
am 16. December	137,5 Pfd.	128,0 Pfd.
„ 17. „	135,5 „	126,5 „
„ 18. „	134,5 „	126,5 „

Vom 19. Dezbr. ab wurden die Faeces quantitativ gesammelt und jetzt 3 Tage lang ausschliesslich vegetabilische Nahrung, bestehend aus genau zugewogenen Quantitäten von Möhren, Kohl und Sellerie, genossen. Die zur Verwendung kommenden Möhren und Sellerie wurden zuerst durch Abwaschen und Abschaben von anhängenden Unreinigkeiten befreit, hierauf in kleine Stücke zerschnitten, und die gesammte Menge eines jeden für sich in einem grossen Gefässe gleichmässig gemischt. Alsdann wurde auf einer kleinen Tafel-Dezimal-Tisch-Wage, welche bei einer Belastung von 25 Pfd. noch für 0,1 Grmm. empfindlich ist, die zur Nahrung bestimmte Menge, und auf einer grossen chemisch-physiologischen Wage, welche bei einer Belastung von 20 Pfd. noch für 0,002 Grmm. empfindlich ist, die zur Trockensubstanzbestimmnng und Analyse dienende Menge abgewogen. Von den Möhren wurden 2 $\times$ 1150 Grmm. frische Substanz als Gemüse und von Sellerie 4 $\times$ 250 Grmm. frische Substanz als Salat, und zwar jede Portion für sich zubereitet.

Der Kohl wurde gleichfalls zuerst durch Waschen von anhängenden Unreinigkeiten befreit, sodann in Wasser gekocht, erkalten gelassen und hierauf fein gewiegt, so dass er einen gleichmässigen dicken Brei bildete. Von dieser Substanz wurden nun 2 $\times$ 500 Grmm. als Gemüse zubereitet und gleichzeitig eine Probe zur Trockensubstanzbestimmung und Analyse abgewogen.

Die für den 3. Tag nöthigen Mengen Kohl und Sellerie wurden gleichfalls wie oben behandelt, und von Ersterem 500 Grmm. und 2 $\times$ 250 Grmm., von Letzterem 2 $\times$ 250 Grmm. abgewogen, und jedes für sich, wie früher zubereitet. Gleichzeitig wurden

wieder Proben zur Trockensubstanzbestimmung genommen; eine nochmalige Analyse erschien nicht nothwendig, da Kohl und Sellerie von demselben Vorrath wie vorher genommen waren.

Während der 3 Versuchstage mit rein vegetabilischer Nahrung befand sich S. äusserst wohl, und ass seine ihm zugetheilte Portion stets mit Behagen auf. Am 3. Tage wurde die Tags zuvor aus 500 Grmm. Kohl bestehende Menge auf seinen Wunsch um 250 Grmm. vermehrt.

W. hatte sich bei der animalischen Kost entschieden wohler befunden und konnte seine tägliche Portion oft nur mit Mühe bezwingen, weshalb auch am 3. Tage die Kohlmenge auf 250 Grmm. reducirt wurde; trotzdem ist auch bei W. während dieser Zeit ein Unwohlsein irgend welcher Art nicht eingetreten.

Die vom 19. bis 21. Dezember genossene Nahrung bestand bei S. aus Folgendem:

Datum	Name der Substanz	frisch	luft-trocken	wasserfrei	Rohfaser-gehalt	Rohfaser-gehalt in 100 Grm. HOfr. Sbst.
19. Decemb.	Möhren	1150 Grm.	156,76 Gr.	145,58 Gr.	11,843 Gr.	8,135 Gr.
	Sellerie	250 „	39,20 „	37,18 „	3,171 „	8,529 „
20. „	Kohl	500 „	64,70 „	63,08 „	6,364 „	10,089 „
	Sellerie	250 „	39,20 „	37,18 „	3,171 „	8,529 „
21. „	Kohl	750 „	115,58 „	95,49 „	9,634 „	10,089 „
	Sellerie	250 „	41,41 „	38,54 „	3,297 „	8,529 „
19—21. „	Summa	3150 „	456,85 „	417,05 „	37,480 „	

Bei W. aus Folgendem:

Datum	Name der Substanz	frisch	luft-trocken	wasserfrei	Rohfaser-gehalt	Rohfaser-gehalt in 100 Grm. HOfr. Sbst.
19. Decemb.	Möhren	1150 Grm.	156,76 Gr.	145,58 Gr.	11,843 Gr.	8,135 Gr.
	Sellerie	250 „	39,20 „	37,18 „	3,171 „	8,529 „
20. „	Kohl	500 „	64,70 „	63,08 „	6,364 „	10,089 „
	Sellerie	250 „	39,20 „	37,18 „	3,171 „	8,529 „
21. „	Kohl	250 „	38,53 „	31,83 „	3,211 „	10,089 „
	Sellerie	250 „	41,41 „	38,54 „	3,297 „	8,529 „
19—21. „	Summa	2650 Grm.	379,80 Gr.	353,39 Gr.	31,057	

Bei längerem Liegen an der Luft nahmen die „lufttrockenen“ Substanzen fortwährend Wasser auf und bildeten dann eine zähe, dehnbare Masse. Um pulverisirt werden zu können, mussten dieselben daher erst etwas schärfer getrocknet werden, daher der bisweilen etwas geringe Wassergehalt der als „lufttrocken“ bezeichneten Substanzen. Die fein zerriebene Masse wurde sofort in gut verschlossene Gläser gebracht und hiervon zur Trockensubstanzbestimmung und Analyse verwendet.

Der Stuhlgang erfolgte bei S. und W. am 19. Dezember wie gewöhnlich gegen 11 Uhr Morgens und hatte die frühere Beschaffenheit des Fleischkothes; nur war die Menge desselben diesmal sehr gering. Bei W. erfolgte gegen 6 Uhr Abends ein zweiter Stuhlgang, der mit dem ersten vereinigt wurde, jedoch nur zu $^3/_4$ aus Fleischkoth bestand, während das letzte $^1/_4$ deutlich abgegrenzt war und sich durch geringere Consistenz, hellere Farbe und Vorhandensein zahlreicher, schon mit blossem Auge deutlich erkennbarer Möhren und Selleriestückchen auszeichnete.

Am 20. erfolgte der Stuhlgang bei S. um 9 Uhr Morgens. Die Menge der Faeces war bedeutend und bestand zu $^1/_3$ aus Fleisch-, zu $^2/_3$ aus Möhren- und Sellerieresten. Bei W. erfolgte $9^1/_2$ Uhr Morgens erster und $6^1/_2$ Uhr Abends zweiter Stuhlgang; die vereinigte Menge der Morgen- und Abend-Faeces war sehr bedeutend und bestand ausschliesslich aus Möhren- und Sellerieresten.

Am 21. erfolgte der Stuhlgang bei S. um $9^1/_2$ Uhr Morgens. Die Menge der Faeces war bedeutend und bestand zu $^1/_8$ aus Möhren-, zu $^7/_8$ aus Kohlresten. Letztere waren durch ihre intensiv dunkelgrüne Farbe von Ersteren scharf abgegrenzt. Bei W. erfolgte 9 Uhr Morgens Stuhlgang. Die Menge der Faeces war bedeutend und bestand $^1/_2$ aus Möhren- und $^1/_2$ aus Kohlresten.

Am 22., 23. und 24. Dez. wurde wieder ausschliesslich animalische Nahrung genossen und zwar in denselben Quantitäten wie früher.

Am 22. erfolgte bei S. um $9^3/_4$ Uhr, bei W. um 10 Uhr Morgens Stuhlgang. Die Faeces waren von gleichmässiger Beschaffenheit und besassen eine schön dunkelgrüne Farbe. (Kohlreste.)

Am 23., 24. und 25. erfolgte bei S. und W. der Stuhlgang gleichfalls wie bisher zwischen 9 und 10 Uhr Morgens, doch bestanden

die Faeces am 23., trotz ihrer grünlichen Farbe, wenigstens ihrer physikalischen Beschaffenheit nach, zum grössten Theil aus Fleischresten.

Am 24. war die grüne Farbe nur noch an der Aussenseite der Faeces und auch hier nur in sehr geringem Grade zu bemerken und am 25. hatten die Faeces von S. wie von W. wieder ihre gleichmässige braune Farbe und das Aussehen, sowie Beschaffenheit der reinen Fleischfaeces.

Das Gewicht von S. und W. betrug:

Datum	S.	W.	Datum	S.	W.
19. December	134,5 ℔	126,5 ℔	22. December	134,0 ℔	125,5 ℔
20. „	135,75 „	126,0 „	23. „	134,25 „	126,25 „
21. „	134,5 „	126,0 „	24. „	134,25 „	126,0 „

Die während der Zeit vom 19. bis 25. Dezember producirten Quantitäten der an der Luft getrockneten Faeces waren bei S. folgende:

Datum	lufttrocken	wasserfrei	Rohfasergehalt	Rohfasergehalt in 100 Grm. HOfr. Substanz
19. December	15,923 Grm.			
20. „	61,342 „			
21. „	29,405 „	vereinigt		
22. „	49,607 „			
23. „	10,802 „			
Summa	167,079 „	153,946 Grm.	13,332 Grm.	8,660 Grm.
24. December	50,084 „	45,659 „	0,631 „	1,382 „
Summa	217,163 Grm.	199,605 Grm.	13,963 Grm.	
25. December	16,791 „	16,212 „	0,029 „	0,180 Grm.

Bei W. folgende:

Datum	lufttrocken	wasserfrei	Rohfasergehalt	Rohfasergehalt in 100 Grm. HOfr. Substanz
19. December	26,280 Grm.			
20. „	23,514 „			
21. „	24,194 „	vereinigt		
22. „	19,667 „			
23. „	11,815 „			
Summa	125,470 „	114,348 Grm.	16,107 Grm.	14,085 Grm.
24. December	25,998 „	24,412 „	0,265 „	1,087 „
Summa	151,468 Grm.	138,760 Grm.	16,372 Grm.	
25. December	45,725 „	42,982 „	0,068 „	0,159 Grm.

Vergleicht man demnach die durch die Nahrung eingeführte Rohfasermenge mit der durch die Faeces ausgeschiedenen, so ergibt sich auf das Deutlichste, dass eine bedeutende Differenz zwischen Ein- und Ausgabe stattgefunden hat, mithin Rohfaser verdaut worden ist; und zwar hat:

	S.	W.
eingenommen in Summa	37,480 Grm. Rohfaser	31,057 Grm. Rohfaser
ausgegeben „	13,963 „ „	16,372 „ „
Differenz	23,517 Grm. Rohfaser	14,685 Grm. Rohfaser

Es sind demnach von S.: 62,7 %, von W.: 47,3 % verdaut worden; vorausgesetzt, dass man den Rohfasergehalt der Faeces vom 19. und 25. Dezember unberücksichtigt lässt, was insofern gerechtfertigt sein dürfte, als die in den Faeces vor und nach dem Versuche noch enthaltenen geringen Quantitäten von Rohfaser sich gegenseitig ungefähr aufheben werden.

Dass der von der Rohfaser (Cellulose, Lignin, Cuticularsubstanz) zur Verdauung gelangte Theil aus Cellulose, nämlich der C ärmsten dieser drei Substanzen bestanden hat, wird aus folgenden Bestimmungen des C-, H- und O-Gehaltes der Rohfasern zum mindesten sehr wahrscheinlich. Das Mittel zweier gut übereinstimmender Elementaranalysen ergab folgende Zusammensetzung der bei 100° C. getrockneten aschefreien Rohfaser:

Name der Substanz	C.	H.	O.
Möhrenrohfaser	44,805 %	6,190 %	49,005 %
Sellerierohfaser	42,481 „	6,321 „	51,198 „
Kohlrohfaser	43,483 „	6,129 „	50,388 „
Rohfaser d. Faeces S. 19.—23. Dec.	47,300 „	6,306 „	46,394 „
„ „ „ W. 19.—23. „	46,938 „	6,310 „	46,752 „

Es ist hiernach also der C-Gehalt der Faeces-Rohfaser nicht unbedeutend höher, als der von den Rohfasern der Nahrungsstoffe und zwar ist die Differenz bei S., welcher eine grössere Menge Cellulose verdaut hatte, am bedeutendsten. Der Grund, warum von S. eine grössere Menge der Cellulose, als von W. verdaut

worden ist, dürfte wohl darin zu suchen sein, dass sich S. überhaupt mehr zur vegetabilischen Kost hingezogen fühlte, als W.

Auffallend ist der geringe C-Gehalt der Rohfaser von Sellerie und Kohl, welcher zu der Annahme nöhtigt, dass in den Rohfasern ein Körper enthalten war, dessen C-Gehalt noch unter dem der Cellulose stand.

Der Rohfasergehalt sämmtlicher Substanzen wurde genau nach der Henneberg'schen Methode durch succesives Behandeln von circa $3^1/_2$ Grmm. der betreffenden Substanz mit kochender 1,25 % Schwefelsäure, 1,25 % Kalilauge, Alkohol und Aether festgestellt. In jeder Rohfaser wurde ausserdem die noch darin enthaltene Asche und Proteïn ($12 \times 6{,}25$) bestimmt und in Abzug gebracht. Die in Obigem angeführten Zahlen ergeben demnach den Gehalt der wasserfreien Substanzen an Asche, Proteïn und wasserfreier Rohfaser und sind das Mittel von drei gut übereinstimmenden Analysen.

Um eine Uebersicht der durch rein vegetabilische Nahrung hervorgerufenen Veränderungen auf den Stoffwechsel zu erhalten, wurde während der ganzen Versuchsperiode der von S. und W. binnen 24 Stunden gelassene Harn quantitativ gesammelt und von demselben täglich Bestimmungen der Trockensubstanz, des spec. Gewichtes, der Phosphorsäure und des Stickstoffes gemacht. Ausserdem wurde mittelst einer titrirten Natronlauge täglich der Säuregrad des Harns von S. und W. bestimmt und auf Schwefelsäure berechnet.

Als Mittel zweier gut übereinstimmender Analysen ergab sich für S.:

Datum	Harnmenge	Spec. Gew.	Trockensubstanz		Phosphorsäure		Stickstoff	
			Gesammtmenge	in 100 Cc.	Gesammtmenge	in 100 Cc.	Gesammtmenge	in 100 Cc.
	Cc.		Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
17. December	2150	1,0127	62,18	2,892	2,683	0,1248	11,589	0,5390
18. „	2008	1,0183	56,40	2,809	4,193	0,2088	10,781	0,5369
19. „	1870	1,0164	50,56	2,704	3,680	0,1968	9,572	0,5119
20. „	2760	1,0087	41,46	1,502	2,915	0,1056	5,871	0,2127
21. „	2255	1,0099	39,06	1,732	2,381	0,1056	4,760	0,2111
22. „	1932	1,0133	41,62	2,154	2,782	0,1440	5,269	0,2727
23. „	3085	1,0116	—	—	3,702	0,1200	7,433	0,2338
24. „	2357	1,0147	54,73	2,322	3,978	0,2112	8,362	0,3548

Für W.:

Datum	Harnmenge	Spec. Gew.	Trockensubstanz Gesammtmenge	Trockensubstanz in 100 Cc.	Phosphorsäure Gesammtmenge	Phosphorsäure in 100 Cc.	Stickstoff Gesammtmenge	Stickstoff in 100 Cc.
	Cc.		Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
17. December	1505	1,0197	58,51	3,888	3,747	0,2490	11,376	0,7559
18. „	2135	1,0163	51,28	2,402	3,894	0,1824	9,080	0,4253
19. „	2025	1,0141	45,18	2,231	3,302	0,1680	7,217	0,3564
20. „	1865	1,0112	35,66	1,912	2,865	0,1536	4,791	0,2569
21. „	1875	1,0115	35,89	1,914	2,385	0,1272	3,711	0,1979
22. „	1653	1,0167	43,54	2,634	3,650	0,2208	5,622	0,3401
23. „	2293	1,0162	52,74	2,300	4,843	0,2112	7,170	0,3127
24. „	2662	1,0147	62,26	2,339	4,344	0,1632	11,071	0,4159

Zur Trockensubstanzbestimmung wurden jedesmal 25 Cc. Harn verwendet, dieser in einem dünnen Glasschälchen eingedampft und im Luftbade so lange bei 100° C. getrocknet, bis das Gewicht constant blieb, was gewöhnlich nach der dritten oder vierten Wägung der Fall war. Alsdann wurde dieselbe Substanz inclusive Glasschälchen zerrieben, mit Natronkalk vermischt und zur Stickstoffbestimmung verwendet. Dass hierbei in dem stark sauren Harn eine Zersetzung eintreten könnte, war kaum zu befürchten und ist eine solche auch niemals beobachtet worden. Der Gehalt des Harns an Phosphorsäure wurde mittelst titrirter Uranlösung bestimmt. Im Uebrigen wurde bei sämmtlichen Analysen, die unter Mithilfe des Assistenten der Station, E. Schmidt, ausgeführt sind, nach den üblichen Methoden verfahren.

Der Säuregrad des Harns wurde täglich mittelst einer titrirten Natronlauge, von welcher 1 Cc. = 0,02193 Grmm. Schwefelsäure entsprach, unter Anwendung von empfindlichem Curcumapapier festgestellt. Zu jeder Bestimmung wurden immer 40 Cc. Harn verwendet und aus den verbrauchten Cc. Natron der Säuregrad (auf Schwefeläure) berechnet.

40 Cc. Harn brauchten zur vollständigen Neutralisation:

Datum	S.			W.		
	verbrauchte Natronlauge	entsprechende Schwefelsäure	in Summa	verbrauchte Natronlauge	entsprechende Schwefelsäure	in Summa
	Cc.	Grm.	Grm.	Cc.	Grm.	Grm.
17. December	2,6	0,0572	3,075	5,3	0,1170	4,402
18. "	2,8	0,0616	3,092	3,6	0,0792	4,227
19. "	3,2	0,0704	3,291	3,2	0,0709	3,589
20. "	1,5	0,0330	2,277	2,4	0,0528	2,462
21. "	0,8	0,0176	0,992	1,4	0,0308	1,444
22. "	1,6	0,0352	1,700	3,0	0,0660	2,727
23. "	1,5	0,0330	2,545	3,0	0,0660	3,788

Aus allen diesen Bestimmungen ist mit Deutlichkeit zu ersehen, dass der Gehalt des Harns an Trockensubstanz, Phosphorsäure und Stickstoff, sowie seine saure Reaktion in Folge der vegetabilischen Nahrung sich verringert, hingegen bei Beginn der Fleischnahrung sofort wieder zu steigen beginnt und bald seinen alten Stand erreicht. Auffallend ist der äusserst geringe Stickstoffgehalt des Harns an den mittelsten 3 Versuchstagen, doch lässt sich diese Erscheinung wohl aus der äusserst geringen Menge von Stickstoff, welche in der aufgenommenen Nahrung enthalten war, erklären.

Um ein Eintreten von alkalischer Reaktion und ein Verschwinden der Phosphorsäure bis auf ganz geringe Spuren, wie dies beim Herbivor der Fall ist, herbeizuführen, war die betreffende Versuchsperiode jedenfalls zu kurz.

Beiträge zur Chemie des Blutes und der Fermente

von

Ed. Schaer.

I. Ueber den Einfluss des Cyanwasserstoffs und des Phenols auf gewisse Eigenschaften der Blutkörperchen und verschiedener Fermente.

Seit den Anfängen einer wissenschaftlichen Physiologie hat die Frage nach der eigenthümlichen Rolle des Blutes für die thierische Respiration viele Forscher vorwiegend beschäftigt, und in neuerer Zeit concentrirte sich in dieser Richtung das Studium des Blutes in einer genaueren Untersuchung der Beziehungen des wichtigsten Blutbestandtheiles (d. h. der Blutkörperchen) zum Sauerstoff. Ein bedeutsames Resultat dieser Arbeiten war zunächst die Erkenntniss einer mehr als nur physikalischen, einer wirklich chemischen Anziehung zwischen den Blutzellen und dem atmosphärischen Sauerstoff, welche Thatsache in den letzten Jahren durch Isolirung des sauerstofffreien und sauerstoffhaltigen Hämaglobins, sowie durch die zahlreichen spektroskopischen Untersuchungen über die Blutkörperchen und deren Bestandtheile neue Bestätigung erfahren hat; andrerseits aber mussten die Forschungen über die allotropen Zustände des Sauerstoffs, welche von jeher in fast höherem Maasse von Physiologen und Physikern, als von Chemikern richtig gewürdigt wurden, auf die Chemie des Blutes ebenfalls von einigem Einfluss sein, und in der That haben namhafte Physiologen, vor Allem durch den Umstand geleitet, dass der ozonisirte Sauerstoff in so vielen Fällen in derselben lockern Verbindung mit gewissen Substanzen auftritt, welche das Oxyhämaglobin charakterisirt, der Anschauung Raum gegeben, dass der eingeathmete Sauerstoff durch Einwirkung der

rothen Blutzellen ozonisirt werde und, wenn auch nur theilweise, in diesem Zustande im Blute den Organismus durchlaufe. Dieser Ansicht scheint sich jedoch immer wieder die Thatsache entgegenzustellen, dass der direkte Nachweis eines Ozongehalts des Blutes nicht gelingt, d. h. dass das Blut, auch unmittelbar von der Ader weg, auf die verschiedensten ozonanzeigenden Reagentien ohne alle Wirkung bleibt, ein Misserfolg, den die intensive Färbung des Blutes für einige dieser Reaktionen a priori voraussehen lässt: Einzig die von Alex. Schmidt in Dorpat aufgefundene Reaktion, die Bläuung des Guajakharzes, wenn dasselbe in Gegenwart von Blutkörperchen (oder Hämaglobin) dem atmosph. Sauerstoff unter gewissen Bedingungen ausgesetzt wird, deutet auf das Entschiedenste das ozonisirende Vermögen der Blutzellen resp. des unveränderten Blutfarbstoffs an. Es steht diese Reaktion in deutlichster Analogie zu dem Verhalten vieler keimfähigen Pflanzensaamen, welche, auf frischen Querschnitten mit Guajaklösung benetzt, sich in kürzester Zeit intensiv bläuen, während sie, unter den verschiedensten Umständen mit Wasser und Sauerstoff in Berührung gebracht, niemals eine Flüssigkeit liefern, die eine der charakteristischen Ozonreaktionen hervorbrächte.

Es verhält sich demnach das in solchen Saamen enthaltene Ferment (Diastase, Emulsin oder ein anderer Körper), welches unzweifelhaft die Bläuung der Guajaktinktur einleitet, durchaus dem Blutzelleninhalt analog, und hinwieder zeigen gewisse andere Saamen die doppelte Eigenschaft, auf Querschnitten jene Tinktur zu bläuen und auch, mit Wasser und Luft behandelt, eine die Guajaktinktur und den angesäuerten Jodkaliumkleister unmittelbar bläuende Flüssigkeit zu liefern. An diese Analogien anschliessend, kann, wie ich glaube, die Unmöglichkeit eines direkten Ozonnachweises im Blute in zweierlei Weise erklärt werden. Einmal lässt sich annehmen, dass zwar das mit Sauerstoff imprägnirte Blut eine gewisse Menge Ozon in lockerer Verbindung mit den Blutzellen oder deren Hauptbestandtheilen enthält, dass aber diese Verbindung, in Folge einer grössern Verwandtschaft gewisser Blutstoffe zum Ozon, dieses letztere an die bekannten ozonbegierigen Materien, wie Guajakharz, Pyrogallussäure, Jodkalium u. s. w. nicht abgibt. Allerdings müsste man

hier als erste Ausnahme einer allgemeinen Regel eine Ozonverbindung annehmen, welche im Gegensatz zu allen bisher bekannt gewordenen ohne Wirkung auf Guajaktinktur, das vor Allem charakteristische Ozonreagens, sein würde; allein es zeigt sich wenigstens eine Analogie in dem Verhalten z. B. des Chinons, welcher organische Körper zwar Guajaktinktur und angesäuerten Jodkaliumkleister intensiv bläut, dagegen eine ebenso entschiedene Ozonreaktion, die Bleichung des Indigoblaus, nicht bewirkt, während andererseits beim Erwärmen einer wässerigen Chinonlösung sich der Sauerstoff des Chinonmeloküls selbst oxydirend auf die übrigen Atomgruppen wirft und eine durch tiefe Bräunung angezeigte Zersetzung verursacht. 1)

Nach der andern schon von Schönbein gegebenen Erklärung, die sich namentlich auf die energische Einwirkung elektrischen oder chemisch dargestellten Ozons auf Blutlösung gründet, kann ungeachtet des Ozonisirungsvermögens der Blutzellen kein freies oder locker gebundenes Ozon im Blute bestehen, sondern jede kleinste Menge desselben würde sofort nach ihrer Bildung zu Oxydationszwecken verwendet, und es ist ferner, wie ich hinzufügen möchte, nicht unwahrscheinlich, dass die Ozonisation des Sauerstoffs nicht allein von der eigenthümlichen chemischen Natur des Blutzelleninhalts abhängt, sondern auch an gewisse nur im cursirenden lebenden Blute vor sich gehende Bewegungserscheinungen der Blutkörperchen gebunden ist, mithin von dem Augenblicke an des Austritts des Blutes aus dem Organismus wesentlich modificirt und geschwächt wird. Die Thatsache aber, dass ungeachtet des scheinbaren oder wirklichen Fehlens von Ozon im Blute dennoch in der Schmidt'schen Reaktion der Blutfarbstoff unter Mitwirkung atmosphärischen Sauerstoffs die Bläuung des Guajakharzes bewirken kann, findet abermals ihre auffallende Analogie in dem charakteristischen Verhalten des Phosphors, der, in geschmolzenem Zustande z. B. mit Indigolösung und atmosphärischer Luft zusammengeschüttelt,

1) Näheres über die ozonähnlichen Eigenschaften des Chinons siehe: Verhandlungen der Berner Naturf. Ges. 1867. Abhandlg. 1, sowie Schönbein in Erdmann's Journal f. prakt. Ch. CII. 155. „Ueber die Anwesenheit beweglich-thätigen Sauerstoffs in organischen Materien."

zuerst Ozonbildung und sodann gleichzeitig seine eigene Oxydation, wie auch die Bleichung des Indigoblaus (Oxydation zu Isatin) bewirkt.

Neuerdings ist durch die werthvolle und ausgedehnte physiologische Arbeit von Preyer über die Blausäure die Frage nach dem Zustande des Sauerstoffs im Blute und nach der spezifischen Rolle der rothen Blutkörperchen, wie mir scheint, wieder sehr nahe gelegt worden. Die Resultate dieser Untersuchungen, namentlich die optischen Versuche über die Veränderungen der Blutbestandtheile durch Blausäure schliessen sich in gewisser Beziehung enge genug an die Beobachtungen Schönbein's über die Wirkung der Blausäure auf das Blut und die Fermente, und stehen damit keineswegs im Widerspruche. Es sei mir daher gestattet, einige weitere Beobachtungen mitzutheilen, welche mir je mehr und mehr den Ausspruch von Schönbein als richtig erscheinen lassen, dass die Hauptbestimmung der Blutkörperchen die chemische Erregung (Ozonisirung) des atmosphärischen Sauerstoffes sei und daher alle Agentien, welche diese Eigenschaft der Blutzellen beeinträchtigen, nachhaltige Störungen oder den Tod der betreffenden Organismen zur Folge haben müssen.

Wenn wir eine Lösung defribrinirten Blutes und eine Oxyhämaglobinlösung, da diese Flüssigkeiten sich in Bezug auf die zu besprechenden Reaktionen durchaus übereinstimmend verhalten, für die Folge als gleichbedeutend betrachten, so scheinen mir in der erwähnten Arbeit besonders zwei Dinge von Interesse. Preyer weist zunächst den Einfluss der Temperatur auf die Einwirkung der Blausäure dem Blute gegenüber nach. In gewöhnlicher Temperatur tritt keine wahrnehmbare Wirkung ein; namentlich bleibt das Spectrum unverändert, während dagegen bei ca. 40° C. eine Veränderung der Lösung resp. ihres Absorptionsspectrums eintritt, insofern die beiden so charakteristischen Absorptionsstreifen des Oxyhämaglobins einem neuen Streifen Platz machen und auch bei anhaltender Behandlung einer veränderten Blutlösung mit atmosphärischem Sauerstoff die ursprünglichen Streifen nicht wieder auftreten. Das blausäurehaltige Blut, welches nach Erwärmung auf 40° das neue Spectrum zeigt, erleidet durch dieselben O begierigen Agentien

(Schwefelammonium, weinsaures Zinnoxydul oder Eisenoxydul in alkalischer Lösung), welche das Oxyhämaglobin des Sauerstoffs berauben, ebenfalls eine Reduktion und zeigt dann ein neues, durch zwei andere Streifen bezeichnetes Spectrum, welches durch Schütteln des Blutes mit Luft wieder in das frühere übergeht, in gleicher Weise, wie unter solcher Behandlung die Lösung des reducirten Hämaglobins wieder in Oxyhämaglobinlösung verwandelt wird. Aus diesen Thatsachen und einer Reihe anderweitiger Beobachtungen schliesst Preyer, dass bei Behandlung der Blutlösung mit Blausäure in mässig erhöhter Temperatur eigenthümliche Verbindungen entstehen, welche Hämaglobin, Sauerstoff und Blausäure oder in reducirtem Zustande Hämaglobin und Blausäure enthalten und ihre Existenz durch die erwähnten besondern Absorptionsspectren beurkunden, die von denjenigen des unveränderten Oxyhämaglobins und Hämaglobins deutlich abweichen.

Wenn nun in dem Blute mit Blausäure vergifteter Thiere die eine oder andere der erwähnten Blausäureverbindungen sich spectralanalytisch oder anderswie nachweisen liesse, dann würde, wie Preyer gewiss mit vollem Rechte folgert, unter der Annahme, dass der Sauerstoff im Blute nur in Form des Oxyhämaglobins zu seiner eigenthümlichen Wirkung gelangt, die Blausäurevergiftung sich klar und deutlich als eine momentan eintretende und weiter fortdauernde Entziehung des Sauerstoffes im Blute darstellen, insofern dieser letztere mit Hämaglobin und Blausäure eine engere und zu Oxydationsprocessen unfähige Verbindung einginge, welche auch bei längerer Einwirkung überschüssigen atmosphärischen Sauerstoffes nicht wieder in das ursprüngliche Sauerstoffhämaglobin zurückverwandelt wird. Diese Ansicht über die Vergiftungsweise der Blausäure wird jedoch nach Preyer sehr durch die negative Beobachtung erschwert, dass sich jene präsumirten HCy.-Verbindungen im vergifteten Blute nicht finden lassen. Welches der Grund ist, dass sich dieselben bei einer der Blutwärme ziemlich entsprechenden Temperatur nicht innerhalb des Organismus bilden, wohl aber in einem demselben entnommenen Blute hervorgerufen werden können, möchte vor der Hand nicht so leicht zu entscheiden sein, doch erscheint es nicht ganz unmöglich, dass auch hier die sehr beschleu-

nigte Rotation der Blutzellen im Blutstrome dem Bestreben derselben, mit Cyanwasserstoff eine wirkliche Verbindung einzugehen, entgegenwirkte.

Allerdings würde auch dann noch zu erwarten sein, dass nach eingetretenem Tode, also nach Authören der Blutcirkulation, jene Anlagerung von Blausäure an den Blutfarbstoff stattfände, und wir müssen daher diesen Punkt bis auf weiteres als noch unerklärt betrachten. Immerhin bleibt zu bedenken, dass bei den zur Vergiftung erforderlichen so kleinen Blausäuremengen die noch kleineren Dosen, welche von dem Augenblicke der Beibringung bis zum Eintritt des Todes in das Blut übertreten, ebenfalls nur minime Quantitäten der Cyanwasserstoff-Verbindung des Hämaglobins bilden werden, so dass dieselben, seien sie nun in dem noch cirkulirenden oder im todten Blute entstanden, sich möglicherweise neben dem noch vorhandenen unveränderten Hämaglobin dem optischen Nachweise entziehen könnten, während dagegen auf rein chemischem Wege, wie Preyer speciell nachgewiesen hat, die geringsten Spuren von Blausäure im Blute erkannt werden können. Wenn nun schon der Umstand, dass die Blausäure auch in solchen Mengen, in welchen sie sich nur mit einem kleinem Theile des im Organismus befindlichen Hämaglobins verbinden könnte, ihre heftigen Wirkungen entfaltet, darauf hindeutet, dass die Blausäurevergiftung ihren eigentlichen Grund nicht nothwendig und jedenfalls nicht allein in der lockern chemischen Verbindung der Blausäure mit dem Blutzelleninhalt haben muss, so wird anderseits diese Ansicht durch den zweiten Hauptpunkt in der erwähnten Arbeit ganz besonders unterstützt. Dieser zweite Punkt besteht in dem Nachweis, dass die im Spectralapparate erkennbare eigenthümliche Verbindung des Oxyhämaglobins mit Cyanwasserstoff sich chemisch durchaus ebenso verhält, wie das unveränderte Oxyhämaglobin, d. h. an verschiedene reducirende Agentien ebenso leicht Sauerstoff abgibt und dabei in Cyanwasserstoff-Hämaglobin übergeht, eine Verbindung, die sich von der erstern ebenfalls optisch unterscheidet und durch Behandlung mit Sauerstoff oder atmosphärischer Luft, dem Hämaglobin gänzlich analog, wieder zu Cyanwasserstoff-Oxyhämaglobin wird. Es wird durch diese Beobachtungen die wichtige Thatsache

bewiesen, dass selbst durch lockere chemische Verbindung, also durch die innigste Berührung der Blausäure mit dem Blutfarbstoff dieser letztere keineswegs sein Vermögen einbüsst, sowohl Sauerstoff an oxydirbare Subztanzen abzugeben, als auch in reducirtem Zustande, mit Luft in Berührung gebracht, daraus Sauerstoff anzuziehen, zwei Eigenschaften, welche bisher für die Erklärung der Respiration stets von grösster Bedeutung schienen. Dieses doppelte Vermögen, so unerlässlich es für die physiologische Bestimmung des Blutes auch sein mag, darf nach den angeführten Untersuchungen über die Veränderungen des Blutfarbstoffs durch Blausäure kaum mehr als die unbedingt wichtigste Funktion der Blutkörperchen betrachtet werden, denn da die Verbindung des Cyanwasserstoffs mit dem Oxyhämaglobin dasselbe nicht daran hindert, seinen Sauerstoff an oxydirbare anorganische Materien abzutreten, so ist der Schluss nicht ungerechtfertigt, dass unter solchen Umständen auch die Sauerstoffabgabe an oxydirbare organische Stoffe unverändert, d. h. die Respiration in ihrer Hauptwirkung ungefährdet bleiben werde. Dennoch ist dieses nicht der Fall, sondern es ergibt sich vielmehr aus den zahlreichen physiologischen Versuchen über die Blausäure, dass die Blausäureintoxication wesentlich in einer tiefgreifenden Störung der Athmung, mit andern Worten in einer mehr oder weniger beschleunigten Erstickung besteht; Preyer definirt demnach auf Grund seiner Versuche die erste und hauptsächlichste Wirkung der Blausäure im Blute als eine plötzliche Entziehung des Sauerstoffs und wird, wie ich hoffe, unschwer dahin einwilligen, den in gewissem Sinne noch etwas schärferen Ausdruck „plötzliche Unwirksamkeit oder Unthätigkeit des Sauerstoffs“ an die Stelle zu setzen.

In der That schliesst diese Bezeichnung nicht nur die weitere Frage nach dem Grunde der Erscheinung in sich, sondern gestattet auch, die Blutvergiftung durch Kohlenoxyd und diejenige durch Blausäure ungeachtet der deutlichen Analogien und der Identität gewisser Erscheinungen dennoch bestimmt auseinanderzuhalten. In der Kohlenoxydvergiftung sehen wir eine Wirkung relativ einfacher Art; der Sauerstoff des Oxyhämaglobins wird durch Kohlenoxyd verdrängt und das gebildete CO-Hämaglobin ist unfähig, Sauerstoff

aus der Luft aufzunehmen und wieder abzugeben; in der Blausäurevergiftung — mag nun die Blausäure im Organismus mit dem Blutfarbstoff in chemische oder nur mechanische Verbindung treten — wird dem Oxyhämaglobin der Sauerstoff nicht entrissen, sondern die Beziehungen des Blutzelleninhalts zum Sauerstoff bleiben scheinbar bestehen, d. h. er bleibt fähig, Sauerstoff an gewisse Materien abzutreten oder nach seiner Reduction von Neuem Sauerstoff in lockere Verbindung aufzunehmen und es muss daher die energische Wirkung der Blausäure noch in einem weiteren Umstande gesucht werden.

Dies führt uns zu den wichtigen, schon bei anderer Gelegenheit[1]) näher besprochenen Beobachtungen Schönbein's über das Verhalten der Blutkörperchen zum Superoxyde des Wasserstoffs, sowie zu Gemengen dieses letztern und anderer antozonhaltiger Materien mit Guajaktinctur, Indigolösung, Cyaninlösung etc. Es sei mir in diesen Mittheilungen gestattet, ungeachtet der Unsicherheit, welche dermalen über die Natur des Antozons noch herrscht, dennoch gewisse Verbindungen mit Beibehaltung der Schönbein'schen Bezeichnungen als Antozonide zu benennen, indem wenigstens das Eine feststeht, dass der Sauerstoff nicht nur als gewöhnlicher neutraler O und als Ozon, sondern noch in einem dritten Zustande vorkommmen kann, in dem er sich sowohl vom neutralen, als vom ozonisirten Sauerstoff in mehr denn einer Hinsicht deutlich unterscheidet. Die Namen Ozon und Antozon sind und bleiben, wie mir scheint, bis auf Weiteres noch der einfache Ausdruck einer Reihe von Thatsachen, die zur weiteren Nachforschung in diesem Gebiete immer von Neuem auffordern, ohne diejenigen, welche sich dieser Bezeichnungen bedienen, schon jetzt zu einer sicher abgeschlossenen theoretischen Anschauung über die Allotropie des Sauerstoffs zu nöthigen; wichtig und wünschenswerth ist aber dies, dass jene Thatsachen selbst nicht ohne alle Widerlegung ignorirt werden, wenn sie mit diesen oder jenen neueren Auffassungsweisen im Widerspruch zu stehen scheinen.

1) Der thätige Sauerstoff und seine physiol. Bedeutung: Wittsteins V.J.S. für prakt. Pharmacie 1869. I und: Das Wasserstoffsuperoxyd u. s. Beziehungen zu den Fermenten. a. a. O. Bd. III u. IV.

Vor vielen Jahren schon hatte Schönbein die zwiefache chemische Eigenthümlichkeit des Blutkörpercheninhalts beobachtet, einmal mit grosser Energie die wässerigen Lösungen des W.-Superoxyds zu katalysiren (unter Entbindung von neutralem O) und sodann als sogen. Ozonüberträger zu wirken, d. h. eine Mischung von W.-Superoxyd oder antozonhaltigen ätherischen Oelen mit Guajakharzlösung auf's Tiefste zu bläuen, überhaupt dem gebundenen Antozon die Reactionen des Ozons zu verleihen. (Bleichung des Indigo, Bläuung des KJ.-Kleisters, Bräunung der Pyrogallussäure, Entfärbung der Cyaninlösung, Oxydation der schwefeligen Säure durch ein Gemenge verdünnten W.-Superoxyds mit Blutlösung u. a. m.)

Die so deutlich hervortretenden Analogien in der Wirkungsweise vieler pflanzlichen Fermentmaterien und derjenigen des Blutzellen-Inhalts veranlassten Schönbein, den Hauptbestandtheil der Blutkörperchen gewissermaassen als animalisches Ferment den übrigen Fermenten an die Seite zu stellen, indem er namentlich die energische Zerlegung des W.-Superoxyds in Wasser und gewöhnlichen Sauerstoff als Hauptkriterium der Fermentmaterien betrachtete und zugleich in dem pulverförmigen Platin einen typischen Repräsentanten für die hauptsächlichsten chemischen Eigenschaften der Fermentkörper sah, da dieses eigenthümliche Metall sowohl die Katalyse von H_2O_2 als auch das Phänomen der sogen. Ozonübertragung in hohem Maasse zeigt. Gleichzeitig bildete er sich auf Grund der Uebereinstimmung, welche die Hefearten und eine Reihe anderer Pilze in Betreff jener Fermentwirkungen mit den obenerwähnten Materien zeigen, eine eigene Ansicht über das Wesen der Gährung und fand sich darin durch alle weiteren Beobachtungen über die Fermente, die er bis zu seinem Lebensende fortsetzte, je mehr und mehr bestärkt. Seine Auffassung steht mit dem wichtigsten Ergebnisse der neueren Gährungsstudien, d. h. mit der Erkenntniss des innigsten Zusammenhanges der Zuckerzersetzung mit dem Leben und der Vermehrung des Pilzes keineswegs im Widerspruch, es kann jedoch hier nicht der Ort sein, die Schönbein'sche Ansicht des Näheren auszuführen, und verweise ich daher auf den zweiten der in einer Anmerkung erwähnten Aufsätze, worin auch die theo-

retische Erklärung der durch das Platin und die Fermente bewirkten H_2O_2-Katalyse berührt ist, die nach Schönbein, gleichwie die Eigenschaft der sogen. Ozonübertragung, auf dem Vermögen jener Substanzen beruht, nicht nur den gewöhnlichen Sauerstoff, sondern auch die in den sogen. Antozoniden enthaltene Modifikation desselben in Ozon zu verwandeln.

Was hier, um auf unseren Gegenstand zurückzukommen, hauptsächlich in Erinnerung gebracht werden muss, ist die Thatsache, dass Schönbein, durch die Beobachtung geleitet, dass sowohl das Platin als manche vegetabilische Fermentkörper neben der Eigenschaft der H_2O_2-Katalyse und der Ozonübertragung auch das Vermögen besitzen, dem gewöhnlichen Sauerstoff die Eigenschaften des Ozons zu verleihen, es für nahezu gewiss hielt, dass, ungeachtet des mangelnden direkten Ozonnachweises im Blute, die Hauptfunktion des Blutfarbstoffs nicht sowohl in der Absorption von Sauerstoff, als hauptsächlich in dessen Ozonisirung bestehe. Diese Ansicht ist es auch, die, wie ich glaube, namentlich mit Rücksicht auf die bezüglich der Blausäurewirkungen bekannt gewordenen Thatsachen festgehalten werden darf und welche die Blausäurevergiftung selbst befriedigender, als diess früher geschah, zu erklären vermag, wenn wir nächst den an vergifteten Thieren angestellten zahlreichen physiologischen Beobachtungen auch den Inhalt einer der letzten Arbeiten Schönbein's in Betracht ziehen. Es ist dies die Untersuchung über den Einfluss der Blausäure auf die chemischen Eigenschaften pflanzlicher und thierischer Fermente, insbesondere aber des Inhalts der rothen Blutkörperchen. In dieser wichtigen Arbeit [1]) findet sich die ebenso unerwartete, als unerklärliche Thatsache, dass, sowohl in sehr kleinen als grösseren Mengen, die Blausäure in Contact mit den verschiedensten Fermentmaterien deren dreifaches, den Eigenschaften des Platinmohrs analoges Vermögen beinahe bis zur gänzlichen Aufhebung abschwächt, sei es, dass sie in gasförmigem Zustande oder in Lösung mit den betreffenden Substanzen zusammentritt. So wird namentlich bei den in keimfähigen Pflanzensamen (allein auch in andern Organen) ent-

1) Diese Zeitschrift III. 140.

haltenen Fermenten einmal die energisch zersetzende Wirkung auf W.-Superoxyd, sodann die Eigenschaft der sog. Ozonübertragung und endlich auch das Vermögen, den atmosphärischen Sauerstoff unmittelbar zu ozonisiren, aufgehoben, welch letztere Thatsache unter Anderm aus der Unfähigkeit jener Pflanzentheile erhellt, nach der Berührung mit Blausäure beim Zerkleinern unter Sauerstoff- und Wasserzutritt ozonführende Auszüge zu liefern, während sich solche bei Ausschliessung der Blausäure unter denselben Umständen leicht erhalten lassen. Ein höchst bemerkenswerther Wink über die Bedeutung und die nahen Beziehungen jener pflanzlichen Fermente und ihres ozonisirenden Vermögens zu der Chemie der Samenkeimung mit den so charakteristichen Umwandlungs- und Oxydationsprocessen liegt zudem in der weiteren Beobachtung, dass die Pflanzensamen durch die Einwirkung der Blausäure nicht nur die angedeuteten chemischen Qualitäten, sondern auch die physiologische Wirkung, d. h. das Keimvermögen einbüssen, nach Entfernung der Blausäure aber dasselbe wieder ungeschwächt erlangen. Die eigenthümlichen Wirkungen des Cyanwasserstoffs fand Schönbein auch bei verschiedenen thierischen Fermenten bestätigt, vor Allem aber schien ihm die Beobachtung wichtig, dass die Blausäure die so energische Katalyse des Wasserstoff-Superoxyds durch das defibrinirte Blut nahezu aufhebt, sei es dass eine Mischung von Blutlösung und wässeriger Blausäure mit W.-Superoyd oder Blutlösung mit blausäurehaltigem Wasserstoff-Superoxyd zusammengebracht wird. Wie bei den pflanzlichen Fermentkörpern ist jedoch diese hemmende Wirkung an den Contact der Blausäure mit den Substanzen gebunden und verschwindet mit der Entfernung derselben, und ferner zeigt sich Uebereinstimmung darin, dass Erhitzung auf 100°, welche den Pflanzenfermenten die besprochene dreifache Fähigkeit dauernd benimmt, auch die katalysirende Eigenschaft der Blutkörperchen dauernd aufhebt. Alle diese Thatsachen befestigten Schönbein in der Ansicht, dass allen N-haltigen organischen Materien, die als Fermente wirken, gewisse Beziehungen zum Sauerstoff gemeinsam seien, und er glaubte auf Grund seiner Beobachtungen über die Blausäure wenigstens vom chemischen Standpunkt aus und ohne den Ansichten der Physiologen zu nahe zu treten, die ver-

derbliche Wirkung der Blausäure im Organismus auf die Aufhebung des ozonisirenden Vermögens des Blutzelleninhalts zurückführen zu müssen, insofern mannigfache Versuche über die Einwirkung von neutralem und ozonisirtem Sauerstoff auf organische Substanzen dafür sprechen, dass auch die Oxydationsvorgänge, welche die zum Leben nothwendige Respiration begleiten, im Organismus selbst nicht durch gewöhnlichen, sondern nur durch veränderten (thätigen) Sauerstoff zu Stande kommen.

Wenn wir die so ausgesprochene Uebereinstimmung der Blutkörperchen mit pflanzlichen und gewissen animalischen Fermentkörpern in den angeführten chemischen Wirkungen in's Auge fassen, so ergibt sich sofort die theoretische Bedeutung der eben erwähnten Beobachtungen über den Einfluss der Blausäure auf Fermente. Es bilden diese Erfahrungen Schönbein's, sowie auch die von Preyer mitgetheilte Thatsache, dass das mit Blausäure verbundene Hämaglobin in Gegenwart von Sauerstoff und Guajaklösung die von Schmidt beobachtete Ozonreaktion nicht mehr hervorbringt, eine neue Stütze für die oben ausgesprochene Ansicht über die spezifische Rolle der rothen Blutzellen, wenn auch damit keineswegs behauptet werden soll, dass die physiologische Funktion der Blutzellen allein auf das ozonisirende Vermögen, oder allgemeiner gesagt auf die Fermentnatur ihres Inhaltes zurückzuführen sei; vielmehr ist sicher, dass nächstdem auch das besondere Absorptionsvermögen für gewisse Gase und wahrscheinlich noch andere, theilweise unbekannte Momente mitwirken.

Obwohl nun Schönbein durch mannigfache Versuche mit den einzelnen Blutbestandtheilen zur Gewissheit gelangt war, dass die beschriebenen Eigenschaften, die das Blut mit verschiedenen sogen. Fermenten theilt, dem Inhalte der rothen Blutkörperchen zukommen, und daher seine Untersuchungen mit defibrinirtem Blute anstellte, das er einer Lösung des Blutfarbstoffes gleichsetzte; so musste es doch, nachdem man den reinen Blutfarbstoff, das Hämaglobin, darzustellen gelernt hat, geboten erscheinen, jene Beobachtungen auch mit isolirtem Blutfarbstoff zu wiederholen, um allen Einwendungen wegen Unsicherheit der Resultate bei Anwendung von Gemengen (wie defibrinirtes Blut) vorzubeugen. Theilweise

ist diess schon geschehen; da ich jedoch aus eigener Anschauung mich über diese Verhältnisse zu belehren wünschte, habe ich alle mir bekannten wichtigern Versuche Schönbein's mit reinem Hämaglobin wiederholt, das nach den Angaben von Hoppe-Seyler aus dem Blute von Meerschweinchen dargestellt wurde. Es haben sich bei Gelegenheit dieser Beobachtungen einige zum Theil ganz unerwartete Thatsachen gezeigt, deren Mittheilung um so eher von Interesse sein dürfte, als dadurch manche Ansichten Schönbein's erneute Bestätigung erfahren, andrerseits einzelne scheinbare Widersprüche ihre Erklärung finden.

Zunächst scheint es wichtig, hervorzuheben, dass das Vermögen, das Wasserstoffsuperoxyd energisch in Wasser und freies Sauerstoffgas zu zerlegen (was auch in der Folge die Bezeichnung: Katalyse beibehalten mag) dem Hämaglobin als solchem zukommt, gleichviel ob dasselbe rein oder aber mit Sauerstoff oder Kohlenoxyd lose verbunden, als Oxyhämaglobin oder Kohlenoxyd-Hämaglobin vorliegt; die Intensität der Katalyse ist in allen Fällen nahezu dieselbe und es zeigt überhaupt die Lösung eines der genannten Hämaglobine mit wässeriger Lösung von W.-Superoxyd dieselben Erscheinungen, wie defibrinirtes, sei es arterielles, sei es venöses Blut, und ich will hier schon erwähnen, dass ich auch in allen übrigen Versuchen zwischen Lösungen des reinen Blutfarbstoffs und verdünntem sorgfältig defibrinirtem Blute keinerlei qualitative Unterschiede der Wirkung, sondern nur gewisse Abweichungen in der Intensität und Dauer der Reaktionen constatiren konnte, so dass die von Schönbein gemachten Angaben durchaus unangefochten bleiben. Die charakteristische katalytische Eigenschaft des Hämaglobins wird durch alle jene Einflüsse vermindert oder gänzlich aufgehoben, welche eine partielle oder vollständige Spaltung und Umsetzung dieses Körpers unter Bildung von Hämaglobin und anderen Produkten veranlassen, und wozu namentlich Eintrocknen bei Zutritt der Atmosphäre, Berührung mit Säuren und Alkalien, Erhöhung der Temperatur und Behandlung mit verschiedenen oxydirenden Agentien zu zählen sind. Das Hämaglobin zeigt gegen die eben erwähnten Einwirkungen eine eigenthümliche Resistenz; die Spaltung in Hämatin und anderweitige Körper geht in vielen Fällen

nur allmälig vor sich und es zeigt daher oft eine Blutlösung, in der, nach äusseren Merkmalen zu schliessen, die Veränderung des Hämaglobins vollendet zu sein scheint, noch katalytische Wirkung auf W.-Superoxyd, woher es denn auch kommt, dass Hämatin, welches als solches keine katalytische Wirkung mehr zeigt, diese Eigenschaft oft dann noch in geringem Maasse äussert, wenn demselben von der Darstellung her noch kleine Mengen von unverändertem Hämaglobin anhängen, denn es muss hier daran erinnert werden, dass Spuren von Hämaglobin, d. h. kaum roth gefärbte Lösungen dieses Körpers noch eine merkliche Sauerstoffentbindung mit H_2O_2 zu bewirken vermögen. Im Falle einer solchen geringen Beimengung unveränderten Blutfarbstoffs, der selbst bei sorgfältigem Operiren den betreffenden Reagentien in minimen Mengen zu entgehen vermag, zeigt das Hämatin einen gewissen Grad katalytischer Eigenschaft nur in alkalisch-wässeriger, nicht aber in der alkoholisch-sauren Lösung, wenn dieselbe in beiden Fällen filtrirt worden ist. Sehr deutlich lässt sich die Beziehung der katalytischen Wirkung zur Gegenwart des Hämaglobins beobachten, wenn Lösungen von Oxyhämaglobin oder verdünntes defibrinirtes Arterienblut entweder eingetrocknet oder allmälig erhitzt wird; verfolgt man die Processe mit dem Spectralapparat, so zeigt sich, dass die charakteristischen Absorptionsstreifen des Oxyhämaglobins nach und nach in demselben Maasse verschwinden, als der Blutfarbstoff sich verändert. und dass mit dieser Erscheinung auch die Abnahme und die endliche Aufhebung des katalytischen Vermögens Hand in Hand geht. Bei dem Eintrocknen des Blutes an der Luft ist unverändertes Hämaglobin, wie bekannt, noch nach sehr langer Zeit nachweisbar und daher zeigt auch in diesem Fall das Blut andauernd eine wenn auch abgeschwächte katalytische Fähigkeit, vorausgesetzt, dass das Eindampfen bei gewöhnlichen Temperaturen vor sich geht.

Ganz analoge Verhältnisse finden sich bei dem Eintrocknen oder Erwärmen von Kohlenoxyd-Hämaglobin-Lösung oder verdünntem Kohlenoxydblut, wie auch bei entfasertem venösem Blute. Diese, wie ich annehme, schon bekannten Thatsachen weisen darauf hin, dass das katalytische Vermögen der Blutkörperchen, so zu sagen,

an den unveränderten molekularen Bestand ihres Hauptinhalts, des Hämaglobins, gebunden ist und daher das Verhalten gegen W.-Superoxyd ebenso wie die optischen Merkmale zu den besonderen Eigenschaften des reinen Blutfarbstoffs gehören, und mit diesen geschwächt und aufgehoben werden muss, wenn das Hämaglobin durch gewisse Einflüsse, namentlich durch energische Reagentien, verändert, d. h. unter Abspaltung eines albuminösen Körpers in Hämatin und anderweitige Oxydations-Produkte übergeführt wird.

Was nun die Einwirkung des Cyanwasserstoffs auf Lösungen von Hämaglobin betrifft, so findet sich auch hier vollkommene Uebereinstimmung mit dem Verhalten des defibrinirten Blutes, wie es von Schönbein beschrieben wurde. Sehr geringe Mengen von Blausäure, einer wässerigen Lösung des krystallisirten Blutfarbstoffs beigemengt, schwächen deren katalytische Wirkung auf W.-Superoxyd in sehr bedeutendem Maasse ab; entfernt man durch Verdampfung bei etwas erhöhter Temperatur die Blausäure aus der Blutlösung (Hämaglobinlösung), so stellt sich auch die energische katalytische Eigenschaft wieder ein. Dieselben Erscheinungen zeigen sich, wenn Hämaglobinlösungen mit blausäurehaltiger W.-Superoxydlösung zusammengebracht werden, während unerklärter Weise in einem Gemenge von Hämaglobinlösung und W.-Superoxyd die vor sich gehende Zersetzung durch Zufügen von Blausäure nicht gehemmt wird. Wie zu erwarten war, äussert Blausäure die erwähnte Wirkung nicht nur auf Oxyhämaglobin, sondern ebenso auf sauerstofffreies (d. h. keinen lose gebundenen Sauerstoff führendes) Hämaglobin und auf CO-Hämaglobin; bemerkenswerth ist aber die Thatsache, dass z. B. beim Zufügen von Blausäure zu gelöstem Oxyhämaglobin die Aufhebung der katalytischen Fähigkeit eines solchen Gemenges nicht etwa an jene Veränderung des Oxyhämaglobins gebunden ist, welche von Preyer mit Hülfe des Spectral-Apparates nachgewiesen und näher beschrieben worden ist. (Siehe seine Schrift: „Die Blausäure, physiologisch untersucht.") Preyer hat, wie erwähnt, gezeigt, dass beim Erwärmen eines Gemenges von Oxyhämaglobinlösung und Blausäure die optischen Eigenschaften des arteriellen Blutfarbstoffes sich vollkommen verändern und dass

man aus derartigen Lösungen krystallisirte Körper erhalten kann, welche als lockere chemische Verbindungen, resp. als Blausäure-Oxyhämaglobin oder in reducirtem Zustande als Blausäure-Hämaglobin aufzufassen sind; zugleich aber folgert der erwähnte Forscher aus dem Umstande des stets fehlenden optischen Nachweises dieser veränderten Hämaglobine im Blute vergifteter Thiere, dass die Erklärung der Blausäurevergiftung aus den Eigenschaften dieser Verbindungen, namentlich aus ihrer Unfähigkeit, durch überschüssigen Sauerstoff wieder in normalen Blutfarbstoff überzugehen, aufgegeben werden müsse. Wenn wir jedoch das ozonisirende Vermögen der Blutkörperchen zu deren katalytischer Eigenschaft in nächste Beziehung setzen, indem wir beides auf eine und dieselbe, zwar noch unbekannte Thatsache zurückführen und demgemäss die Wirkung der Blausäure als Aufhebung dieser beiden bedeutsamen Eigenschaften des Blutzelleninhalts auffassen, so liegt in der eben angeführten Thatsache, dass die durch Blausäure bewirkten Veränderungen in dem chemisch-optischen Verhalten des Blutfarbstoffs im Organismus selbst nicht vor sich zu gehen scheinen, keinerlei Widerspruch mit der gegebenen Erkärung.[1]) Es hat nämlich schon Schönbein darauf aufmerksam gemacht (und ich habe es für besonders wichtig gehalten, diese Versuche mit Hämaglobinlösungen zu wiederholen), dass die Blausäure, ohne dass sie die Blutlösung in ihren sonstigen Eigenschaften, besonders ihrem optischen Verhalten, irgendwie modifizirt; dennoch, so lange ihr Contact mit dem verdünnten Blute andauert, dessen katalytisches Vermögen hemmt. Natürlicher Weise waren Schönbein die Veränderungen, die eine Blutlösung nach Preyer unter gewissen Bedingungen durch Blausäure erleidet und die sich namentlich auf die Absorptionserscheinungen im Spectrum beziehen, unbekannt, da er sich weder eingehender mit der optischen Untersuchung des Blutes, noch mit Isolirung der Bestandtheile des Blutes beschäftigt hatte; ich will daher in Bestätigung seiner Beobachtungen hinzufügen, dass auch Hämaglobinlösungen, selbst wenn sie mit Blausäure bei Temperaturen vermischt gehalten werden, in denen jene Bildung von Cyan-

1) Siehe hierüber auch diese Zeitschrift 1868 Bd. 4 S. 365. C. V.

wasserstoff-Hämaglobin nicht stattfindet und daher die normalen Absorptionsspectra unverändert bleiben, dennoch, gleichwie einfach defibrinirtes Blut unter gleichen Umständen, das Wasserstoffsuperoxyd nicht mehr katalysiren, dieses Vermögen aber nach Entfernung der Blausäure wieder erlangen. Es ist also die besprochene Wirkung der Blausäure auf Blutkörperchen, resp. Hämaglobin, keineswegs von einer anderweitigen Veränderung der letzteren abhängig, obwohl es sich allerdings zeigt, dass z. B. in einer Oxyhämaglobin-Lösung, in welcher durch Zufügen von Blausäure und Erwärmung auf 35—40° in geschlossenen Gefässen jene von Preyer beschriebene Umwandlung mit Veränderung des Absorptionsspectrums vor sich gegangen ist, das katalytische Vermögen vollständiger aufgehoben erscheint, als in den Fällen, wo die Mischung der Blausäure mit Blutlösung bei niedrigeren Temperaturen vorgenommen wird. Diese Beobachtung ist weder unerwartet noch befremdend, denn es ist klar, dass in den lockeren Verbindungen von Blausäure mit Oxyhämaglobin und Hämaglobin, wenn wir deren Existenz in einem erwärmten Gemenge von wässeriger Blausäure und Blutkörperchen-Lösung mit Preyer annehmen, die Blausäure mit dem Inhalt der rothen Blutzellen in die allernächste Berührung getreten ist und deshalb auch der merkwürdige Einfluss, der hier in Frage kömmt, ein sehr vollkommener sein muss. Sehr belehrend ist es, unter Beiziehung des Spectralapparates die Veränderungen zu beobachten, wenn verdünntes defibrinirtes Blut oder Hämaglobinlösung zunächst mit wenig Blausäure und sodann mit wässerigem Wasserstoffsuperoxyd versetzt wird; unter diesen Umständen nimmt, wie schon Schönbein nachwies, die Flüssigkeit eine charakteristische braune Farbe an und das Oxyhämaglobin-Spectrum geht in ein verändertes Spectrum über, welches keinen Absorptionsstreifen mehr, sondern eine starke und ziemlich gleichmässige Absorption in dem ganzen nicht rothen Theile des Spectralfeldes zeigt und von andern Blutspectren, bez. demjenigen des Hämatins leicht unterscheidbar ist. Diese Farbenänderung, die eine sehr empfindliche Reaktion auf Blausäure und W.-Superoxyd bildet und ihrem Wesen nach näher besprochen werden soll, tritt schon bei gewöhnlicher Temperatur ein und zwar langsamer bei ganz neutraler Reaktion der W.-Super-

oxydlösung, schnell bei etwas alkalischer Reaktion, während unter denselben Umständen weder die Blausäure, noch das W.-Superoxyd eine solche Veränderung und Verwandlung des Absorptionsspectrums zu bewirken vermag. Fügt man zu einer wenig Blausäure haltenden Lösung von Blutkörperchen oder einem arteriellen Hämaglobin etwas neutrale Lösung von W.-Superoxyd, so ist in den ersten Augenblicken weder eine Aenderung der Farbe, noch im Spectroskop eine Abschwächung der beiden bekannten Streifen zu bemerken, obgleich von dem Momente an der Beimischung des W.-Superoxyds dessen von Gasentwicklung begleitete Zersetzung, die in einer gleichbehandelten, aber blausäurefreien Flüssigkeit mit stürmischer Heftigkeit erfolgt, nahezu aufgehoben erscheint. Nach wenigen Augenblicken aber findet sich die Farbe schon in Braun übergehend und dem entsprechend bedeutende Abschwächung der Oxyhämaglobinstreifen im Spectrum; beide Hand in Hand gehende Veränderungen schreiten rasch vor und nach einigen Minuten ist die Farbe von Roth in vollkommenes Braun und das Oxyhämaglobinspectrum in ein anderes Spectrum mit viel stärkerer Absorption und ohne deutlichen Streifen übergegangen. Diese Reaktion wird wesentlich beschleunigt, wenn das Gemenge unter Vermeidung des Entweichens der Blausäure auf circa 35° erwärmt und so gewissermaassen die Bedingung zur Bildung von Cyanwasserstoff-Hämaglobin erfüllt wird; es zeigt sich in diesem Falle nicht mehr die geringste katalytische Wirkung, vorausgesetzt, dass die Concentration des W.-Superoxyds so gewählt wird, dass eine Erwärmung auf 35° keine spontane O.-Entwicklung in dieser Lösung hervorbringt. Auch dann, wenn ein auf 35° erwärmtes Gemenge von Blausäure und Blutlösung (Blutlösung = verdünntes defibrinirtes Arterienblut) nach dem Erkalten mit W.-Superoxyd vermischt wird, scheint die Reaktion schneller vor sich zu gehen und die katalytische Erscheinung vollständiger aufgehoben zu werden, als bei Ausschliessung jeder Temperaturerhöhung über 10°—15°.

In gleicher Weise wie Oxyhämaglobin oder defibrinirtes arterielles Blut werden auch Lösungen von venösem Blut und von Kohlenoxydblut durch Behandlung mit Blausäure und W.-Superoxyd in der angegebenen Weise optisch verändert, indem in beiden Fällen die

katalytische Eigenschaft gleichfalls suspendirt wird; was diesen letztern Punkt betrifft, so sei mir hier die beiläufige Bemerkung gestattet, dass ich unter Katalyse des W.-Superoxyds stets dessen sichtbare Zersetzung mit deutlicher, wenn auch verschieden energischer O-Entbindung verstehe, da bekanntlich das Wasserstoffsuperoxyd noch durch viele organische und anorganische Substanzen, theils ohne Sauerstoffentbindung, theils unter sehr langsamer und daher nicht wahrnehmbarer Entwicklung zerlegt wird.

Ich gehe nunmehr zu einem der wichtigsten Punkte über, die ich in diesen Zeilen zu erörtern mir vorgenommen, nämlich zu der Frage über das Verhältniss der katalytischen Fähigkeit des Blutzelleninhalts zu dessen anderweitiger Eigenschaft, als „Ozonüberträger" zu fungiren, d. h. den sogenannten Antozoniden (Wasserstoff-, Natrium-, Calcium-, Baryumsuperoxyd, antozonhaltige äther. Oele), die den „Ozoniden" (PbO_2, MnO_2, Mn_2O_7, CrO_3 u. s. w.) sowie dem Ozon selbst eigenthümlichen Reaktionen, d. h. Oxydationswirkungen zu verleihen. Da diese Fähigkeit, die nach Schönbein's Ansicht gleich wie die Katalyse des W.-Superoxyds auf einer Umwandlung des Antozons in das gewissermaassen polar entgegengesetzte Ozon beruht, bei einer grossen Anzahl namentlich vegetabilischer Fermentmaterien mit dem katalytischen Vermögen und ebenso mit der ozonisirenden Wirkung auf atmosphärischen Sauerstoff eng verbunden ist und diese verschiedenen Eigenschaften durch dieselben Agentien, wie unter anderm durch Blausäure, so wesentlich modificirt werden, so sollte man erwarten, auch bei dem Hauptbestandtheile der Blutkörperchen, dem Hämaglobin, dieselben Beziehungen zu finden; aus dem Nachfolgenden wird sich jedoch ergeben, dass hier etwas andere Verhältnisse obwalten. Schon Schönbein hatte die Beobachtung gemacht, dass die durch Ozon und Ozonide bewirkte Entfärbung des Farbstoffes Cyanin auch durch Wasserstoffsuperoxyd bei Gegenwart sogenannter Ozonüberträger, wie Platinmohr und Blutkörperchen bewerkstelligt wird, dass aber in dieser Reaktion die Lösungen eingetrockneten Blutes bei gleicher Concentration weit energischer wirken, als frisches Blut, während in Bezug auf das katalytische Vermögen das Gegentheil stattfindet.

Da ich bei der bläuenden Wirkung verschiedenen Blutes auf ein Gemenge von W.-Superoxyd oder antozonhaltigen äther. Oelen mit Guajakharzlösung analoge Erscheinungen ebenfalls beobachtet hatte, so glaubte ich der Sache genauere Aufmerksamkeit schenken zu sollen und constatirte zunächst einige schon früher gemachte, damals nicht hinlänglich beachtete Erfahrungen. Im Laufe weiteren Nachforschens ergab sich dann aus zahlreichen Versuchen die Thatsache, dass die Agentien, durch welche bei den Blutkörperchen, beziehungsweise dem Hämaglobin, die katalytische Wirkung und, wie man hinzufügen kann, auch die physiologische Funktion gehemmt oder aufgehoben wird, auf die dem Blute zukommende Eigenschaft der „Ozonübertragung" ohne wesentlichen Einfluss sind. Dies gilt zuvörderst sowohl von der Temperaturerhöhung auf 80—100°, als auch von der Gegenwart des Cyanwasserstoffs. Während z. B. das in dem Auszug des Gerstenmalzes enthaltene Ferment nach Erhitzung nahe auf 100°, sowie auch nach Beimengung von Blausäure zu der Flüssigkeit, nicht nur das W.-Superoxyd nicht mehr zersetzt, sondern auch das Gemenge von letzterer Verbindung mit Guajaktinktur ungebläut lässt, vermag unter solchen Umständen eine Blutlösung durchaus ungeschwächt ozonübertragend zu wirken, selbst wenn durch Erhitzung der Flüssigkeit das Absorptionsspectrum des arteriellen Blutes gänzlich verschwunden und durch ein anderes ersetzt ist. Da ich den Ausdruck „ozonübertragend" wiederholt benütze, so möge hier erwähnt sein, dass ich als sicheres Kriterium der Ozonübertragung namentlich folgende durch die betreffenden Materien bewirkte Reaktionen ansehe und in Uebereinstimmung mit den Untersuchungen meines verehrten Lehrers Schönbein in diesen neueren Versuchen ebenfalls angewendet habe: 1) die Bläuung eines farblosen Gemisches von Guajaktinktur mit w.-superoxydhaltigem Wasser oder Alkohol, 2) die Bläuung eines Gemenges von Guajakharzlösung mit insolirten und daher antozonhaltigen Oelen, wie Terpentinöl etc., und 3) die Entfärbung einer Mischung von W.-Superoxydlösung und Cyaninwasser (mit alkohol. Cyaninlösung bis zur starken Blaufärbung versetztes dest. Wasser). Da bei der Erwärmung einer Hämaglobinlösung nicht wie bei Einwirkung der Blausäure eine nur vorübergehende, d. h. an den Contact der Substanzen

gebundene Störung in den Eigenschaften des Blutfarbstoffs eintritt, sondern eine tiefer greifende Veränderung desselben unter Bildung von Hämatin und Abtrennung eines eiweissartigen Körpers erfolgt, so war zu vermuthen, dass die Beibehaltung des ozonübertragenden Vermögens in erwärmter Hämaglobinlösung dem gebildeten Hämatin zuzuschreiben sei, insofern bei Abscheidung des gleichzeitig auftretenden albuminösen Coagulums jene Eigenschaft nicht an letzterem, sondern an der gefärbten, hämatinhaltigen Flüssigkeit beobachtet wird. In der That ist in verschiedenen Lehrbüchern nicht nur dem frischen Blute, sondern auch den verschiedenen Substanzen, die, obwohl weder in der Darstellungsweise noch in der Zusammensetzung übereinstimmend, den gemeinsamen Namen der Hämatine führen, die Fähigkeit der Ozonübertragung zugeschrieben worden; ich habe mich jedoch durch weitere Versuche überzeugt, dass nicht nur diese Materien, sondern auch das vollständig reine aus Hämaglobin bereitete Hämatin, von dem mir Herr Professor Du Bois-Reymond gütigst eine Probe zur Verfügung stellte, in seinen Lösungen in hohem Grade ozonübertragend wirkt und in demselben Maasse wie sorgfältig eingetrocknetes Blut das frische Blut in dieser Eigenschaft zu übertreffen scheint. Aus verschiedenen Gründen hatte ich stets die Vermuthung gehegt, dass mit der Bildung von Hämatin bei der Behandlung des frischen Blutfarbstoffs, sei es durch Wärme, sei es durch Säuren oder Alkalien nicht nur eine Spaltung des Atomcomplexes des Hämaglobins, sondern zugleich ein Oxydationsprocess noch unbekannter Art verbunden sei und es schien daher nicht unmöglich, dass auch bei Einwirkung oxydirender Agentien auf defibrinirtes Blut oder Hämaglobinlösungen die entstehenden, den Hämatinlösungen in ihrer Farbe, wenn auch nicht im Spectrum sehr ähnlichen Flüssigkeiten, auf ein Gemenge von antozonhaltigen Körpern mit Guajaklösung ebenfalls bläuend, d. h. wie frische Blutkörperchen, wirken würden. Diese Vermuthung hat sich durchaus bestätigt; ich finde, dass Lösungen von defibrinirtem Blute oder reinem Hämaglobin nicht nur unter dem Einflusse von Wärme, Säuren und Alkalien, sondern auch durch Behandlung mit einer Reihe oxydirender Agentien (unter denen ich neben gasförmigem Ozon nur einige Ozonide, wie Hypochlorite, Permanganate,

eisensaure Salze, Jodsäure hervorheben will) in braungefärbte Flüssigkeiten übergehen, die, auch wenn die Absorptionsspectren des Hämaglobins oder Oxyhämaglobins durchaus verschwunden sind, dennoch die Eigenschaft der Ozonübertragung besitzen, während dagegen das katalytische Vermögen, wenn die Behandlung des Blutes unter gelinder Erwärmung (25—30°) und mit Vermeidung eines Ueberschusses des Reagens geschieht, bis auf einen geringen Rest verschwunden ist, welch' letzterer, wie schon aus frühern Angaben Schönbein's zu schliessen ist, von dem bei den Zersetzungen des Blutfarbstoffs sich abspaltenden Eiweisskörper herrührt, der das Wasserstoffsuperoxyd noch in einigem Grade zu zersetzen vermag (vorausgesetzt dass das Hämaglobin nicht durch Erhitzung zersetzt wurde). Diese Erscheinungen, welche nicht nur bei Arterienblut, sondern auch bei venösem Blut und Kohlenoxydblut sich wiederholen, scheinen deutlich darauf hinzuweisen, dass das Hämaglobin durch sehr verschiedenartige Agentien, zu denen auch die Wasserverdampfung beim Eintrocknen von Blut, sowie die Wirkung von Zeit und Atmosphäre beim Stehen des Blutes gerechnet werden müssen, in sehr analoger Weise verändert wird und dass mit dieser Veränderung nicht nur eine Spaltung, sondern auch wohl immer eine gewisse Oxydation sich vollzieht. In allen diesen verschiedenen Arten der Zersetzung sehen wir stets die Farbe der ursprünglichen Blutlösung sich von Roth nach Braun verändern, und die braunfärbenden Zersetzungs- oder Spaltungsprodukte stimmen nicht nur in dem Verluste des katalytischen Vermögens und der Beibehaltung der Fähigkeit der „Ozonübertragung" überein, sondern es ist denselben besonders auch eine eigenthümliche Stabilität und Indifferenz gegen chemische Agentien gemeinsam; sie werden, wie dies vom Hämatin schon genügend bekannt ist, nur durch concentrirtere oxydirende Agentien unter gleichzeitiger Erwärmung energisch angegriffen und zersetzt. Ungeachtet solcher Analogien besteht hinwieder ein namhafter Unterschied in den durch verschiedene Mittel gebräunten, veränderten Hämaglobinlösungen, und namentlich scheint das Resultat der Einwirkung verdünnter Oxydationsmittel von Temperatur, Reaction der Flüssigkeiten, Concentration der Lösungen und Mengenverhältniss der Substanzen sehr abhängig zu sein. Es

zeigt sich nämlich in diesen Fällen, wenn wir die veränderten Blutlösungen optisch untersuchen, dass nach dem Verschwinden der Oxyhämaglobinstreifen bald das Hämatinspectrum dominirt, welches das durch Erhitzung und Einwirkung von Alkalien oder Säuren modificirte Blut charakterisirt, bald dasjenige des Methämaglobins, das sich, wie Hoppe-Seyler gezeigt hat, beim Stehen oder Eintrocknen des Hämaglobins an der Luft bildet, oder endlich und zwar am häufigsten ein Absorptionsspectrum, ähnlich demjenigen, welches nach Schönbein dem durch Zufügen von Blausäure und Wasserstoffsuperoxyd gebräunten Blute eigen ist und sich bei starker allgemeiner Absorption durch Fehlen jedes Absorptionsstreifens von dem Hämatinspectrum (wie z. B. von dem durch Schwefelsäure gebräunten Blute) unterscheidet. Ein so beschaffenes verändertes Blut erhielt ich namentlich durch Einwirkung unterchlorigsaurer Salze und stark verdünnter salpetriger Säure auf Hämaglobinlösung oder Lösungen defibrinirten Blutes, was mich zu näherer Betrachtung der eigenthümlichen Farbenänderung führte, die beim Versetzen blausäurehaltigen Blutes mit wässrigem Wasserstoffsuperoxyd eintritt. Schönbein hatte diese Braunfärbung und Veränderung des optischen Verhaltens als ein Zeichen von irgendwelcher tiefergehenden Reaction in der Blutflüssigkeit aufgefasst, die Erscheinung selbst aber als unerklärt und räthselhaft bezeichnet; denn in der That, da weder Blausäure, noch Wasserstoffsuperoxyd, jedes für sich zu Blutlösung gebracht, deren Spectrum verändern, und da überdies die beiden Verbindungen selbst in verdünnter Lösung ohne gegenseitige Einwirkung sich mischen lassen, so erscheint die energische Braunfärbung (unter Verschwinden des normalen Spectrums) beim Zusammentreffen der 3 Substanzen Blut, Cyanwasserstoff und Wasserstoffsuperoxyd auffallend genug, besonders wenn wir uns erinnern, dass diese Veränderung beim Zufügen von Blausäure zu einer Mischung von Wasserstoffsuperoxyd mit Blut ausbleibt, indem dann die gewöhnliche energische Zersetzung des Superoxyds ungehemmt weiter geht. Ich habe mich durch eine Reihe einfacher Versuche überzeugt, dass die in Rede stehende Reaktion, die von Schönbein seiner Zeit nicht weiter verfolgt wurde, in einer Oxydationswirkung besteht, durchaus analog derjenigen, die wir bei Einwirkung

mancher oxydirender Agentien auf Blutlösungen, oder bei der spontanen Bräunung des Blutes durch Stehen und Eintrocknen an der Luft beobachten können. Wenn ein Gemenge von Hämaglobinlösung, Blausäure und Wasserstoffsuperoxyd, nachdem dasselbe vollkommen gebräunt und das neue Spectrum frei von jedem Hämaglobinstreifen hergestellt ist, untersucht wird, so zeigt sich, auch wenn kein Sauerstoff gasförmig entbunden wurde, in der Flüssigkeit kein Wasserstoffsuperoxyd mehr (wenn nicht von Anfang an ein Ueberschuss angewendet wurde); ungeachtet der so äusserst empfindlichen Reaktionen mit Chromsäure und Aether, Platinmohr und Guajaktinktur, Jodkaliumkleister und Eisenoxydulsalz oder basischem Bleisalz, Guajaklösung und Malzauszug etc. kann weder in der gebräunten Flüssigkeit selbst, noch durch Behandlung derselben mit Aether oder Amylalkohol, die das Wasserstoffsuperoxyd leicht aus wässerigen Lösungen aufnehmen, letzteres nachgewiesen werden. Andrerseits zeigt das so gebräunte Blut, obwohl durch die Blausäure die katalytische Fähigkeit aufgehoben wurde, die ozonübertragenden Wirkungen nicht allein gleich der blausäurehaltigen frischen Hämaglobinlösung, sondern auch gleich den Blutlösungen, die durch Erhitzen und andere Agentien in Hämatinlösungen verwandelt oder durch gasförmiges Ozon oder lösliche verdünnte Ozonide ebenfalls in gebräunte Flüssigkeiten übergegangen sind. Beachten wir diese Thatsachen und fügen zudem noch die Beobachtung hinzu, dass jene Bräunung des blausäurehaltigen Blutes durch Wasserstoffsuperoxyd bei neutraler Reaktion dieses letztern mit einer Trübung, ähnlich der beim Erhitzen von Hämaglobinlösung eintretenden Coagulation, verbunden ist, während bei alkalischer Reaktion die Flüssigkeit klar bleibt, so ist wohl der Schluss nicht allzu gewagt, dass in unserer Reaktion die Veränderung und Bräunung der Blutlösung gerade dadurch bedingt ist, dass der bewegliche Sauerstoff des Wasserstoffsuperoxyds nicht durch Katalyse frei wird, sondern sich oxydirend auf das Hämaglobin wirft, welches dadurch, wie es scheint unter Abscheidung eines Eiweisskörpers in ein dem Hämatin verwandtes braungefärbtes Produkt mit besonderem optischen Verhalten übergeht. Die nähere Erklärung dieses Vorganges, insoweit eine solche möglich ist, wird sich aus den folgenden theoretischen

Bemerkungen über den Blutfarbstoff ergeben, die sich, wie ich glaube mit einigem Rechte, auf die Schönbein'schen Untersuchungen und nächstdem auf zahlreiche eigene, hier nur theilweise angeführte Beobachtungen stützen.

Wenn die merkwürdigen Eigenschaften der Blutkörperchen dieselben, oder vielmehr das Hämaglobin als ihren wichtigsten Bestandtheil, den von Schönbein unter der Bezeichnung Fermente zusammengefassten Materien an die Seite stellen und alle neuern Versuche die von jenem Forscher schon früher betonte Analogie des Blutfarbstoffs mit dem feinzertheilten Platin bestätigen, so zeigt sich andrerseits die Natur dieses wichtigsten Blutbestandtheils, des Hämaglobins in gewissen Beziehungen als wesentlich verschieden von derjenigen der andern bekannten Fermentkörper. Während nämlich jene drei gewissermaassen typischen Fähigkeiten (der Katalyse des W.-Superoxyds, der Ozonübertragung und der Ozonisirung des atmosphärischen Sauerstoffs), die bei dem pulverförmigen Platin weder durch Blausäure, noch durch Erhitzung verändert werden, bei der grossen Mehrzahl der bis jetzt untersuchten Fermente animalischen oder vegetabilischen Urspungs (z. B. Speichelferment, Diastase, Hefezellen, Fermentkörper vieler Pflanzensaamen, Blätter und Wurzeln etc.) durch diese ebengenannten Agentien gleichzeitig und gleichmässig abgeschwächt und gehemmt werden, bezieht sich bei dem Blutzelleninhalt der modificirende Einfluss der Erwärmung oder des Contactes der Blausäure nur auf das katalytische und, wie ich annehme, auf das ozonisirende Vermögen; dagegen zeigt sich die interessante Eigenschaft der Ozonübertragung als unabhängig von der Gegenwart der Blausäure, ja sogar nicht einmal an den unveränderten chemischen Bestand des Hämaglobins gebunden. Es lässt sich daraus wohl folgern, dass das Hämaglobin, wie schon von verschiedenen Forschern hervorgehoben wurde, in der That als eine eigenthümliche gepaarte Substanz zu betrachten ist, in der ein albuminartiger Atomcomplex mit einem andern Körper, der eigentlichen Basis des Blutfarbstoffs, in unbekannter Weise verbunden ist, jedenfalls aber so, dass eine Spaltung der Verbindung durch die verschiedensten Wirkungen leicht erfolgt. Einer ansehnlichen Reihe von thierischen und pflanzlichen Fermenten sich an-

schliessend, zeigt das Hämaglobin die drei mehrmals erwähnten Eigenschaften des Platinmetalls und zwar ist das katalysirende sowohl, als das ozonisirende Vermögen eine Thätigkeitsäusserung, welche dem Hämaglobin als solchem zukommt und von dem Bestande oder den Veränderungen dieses Körpers unmittelbar abhängig ist; zudem scheint der eiweissartige Paarling im Hämaglobin in enger Beziehung zu der katalytischen Fähigkeit zu stehen, was unter anderm daraus hervorgeht, dass derselbe, wenn er sich aus dem Hämaglobin abspaltet, noch einen gewissen Grad jenes Vermögens zeigt. Dagegen muss die Fähigkeit der Ozonübertragung, die bei andern Fermenten von den beiden übrigen Eigenschaften nicht zu trennen ist, bei dem Blutfarbstoff nicht sowohl diesem selbst, wie er im Hämaglobin sich darstellt, zugeschrieben werden, als vielmehr jenem Blutfarbstoff „im engern Sinne“, d. h. dem Körper, welcher einen der nähern Bestandtheile des Hämaglobins ausmacht und bei dessen Spaltungen neben dem Eiweisskörper als „Hämatin“ auftritt, mag nun dieses Hämatin der unveränderte Spaltungskörper oder schon eine theilweise oxydirte Substanz sein. Ueberdiess ist aber die ozonübertragende Eigenschaft nicht allein dem im Hämaglobin enthaltenen Hämatin oder wenigstens dem als Hämatin sich abtrennenden Atomcomplex eigen, sondern auch den Produkten, die sich bei Spaltung des Hämaglobins durch Oxydationsmittel in schwacher Lösung bilden und wahrscheinlich als noch höher oxydirtes Hämatin anzusehen sind.

Das Hämaglobin, welches mit dem feinzertheilten Platin auch die Fähigkeit der Absorption und Festhaltung gewisser Gase theilt, zeigt demnach gewissermaassen eine doppelte Natur, indem abweichend vom Platin seine verschiedenen Eigenschaften nicht aus ein und derselben noch unbekannten Grundursache zu entspringen scheinen, sondern bis zu gewissem Grade unabhängig nebeneinander bestehen. Aus dieser merkwürdigen Thatsache erklärt sich das chemische Verhalten des Hämaglobins ohne grosse Schwierigkeit: alle Einflüsse, welche bei den Fermenten eine Coagulation, chemische Zersetzung oder anderweitige bleibende Veränderung erzeugen (wie chemische Agentien und Erhitzung) oder aber, wie die Blausäure, eine merkwürdige, noch räthselhafte Zustandsänderung der

Fermentmaterie — vielleicht eine Modifikation molecularer Bewegungsphänomene? — veranlassen, müssen auch bei dem Blutzelleninhalt die katalytische Kraft, zugleich aber, wie ich glaube, auch das ozonisirende Vermögen und damit die physiologische Funktion aufheben; und zwar treten bei der Veränderung durch Blausäure, deren Wirkung wir — zugleich ein Geständniss unserer Unwissenheit —, als entschiedene Contactwirkung anzusehen haben, die normalen Verhältnisse nach Entfernung der Blausäure wieder ungeschwächt ein. Andrerseits ist die ozonübertragende Eigenschaft, da sie dem Hämatin und den damit verwandten Körpern wesentlich eigen zu sein scheint, von jenen Einflüssen auf das Hämaglobin unabhängig, steht jedoch, wie ich annehmen muss, in naher Beziehung zu der ausserordentlichen Oxydirbarkeit des einen Bestandtheils im Hämaglobin, wenn nämlich das Hämatin früher oder später sich als Oxydationsprodukt eines ersten Stadiums herausstellen sollte. Immerhin bleibt es höchst beachtenswerth, dass das Hämatin, abweichend vom Hämaglobin, durch Erwärmung innerhalb gewisser Grenzen, sowie durch Blausäure keine Veränderung seiner Eigenschaften erleidet.

Auf Grund der vorstehenden Betrachtung gewinnt nun auch jene Reaktion von Blausäure und Wasserstoffsuperoxyd auf das defibrinirte Blut oder auf Hämaglobinlösung ein besonderes theoretisches Interesse, indem sie zugleich die geäusserte Ansicht über den, wenn ich mich so ausdrücken darf, zweifachen Charakter des Blutfarbstoffs (Hämaglobins) weiter bestätigt. Wenn ich die normale Katalyse des Wasserstoffsuperoxyds durch Blutkörperchen mit den Erscheinungen vergleiche, die bei gleichzeitiger Gegenwart von Blausäure eintreten, so scheint mir keine bessere Deutung dieser Thatsachen möglich, als die Annahme, dass das Hämaglobin als solches (ebenso wie das Oxyhämaglobin und CO-Hämaglobin) in seiner katalytischen Wirkung auf Wasserstoffsuperoxyd durchaus mit dem Platin und mit organischen Fermenten übereinstimmt und dass ferner das Hämaglobin mit diesen Körpern auch die Fähigkeit gemein hat, den atmosphärischen Sauerstoff anzuziehen, demselben die Eigenschaften des Ozons zu ertheilen und ihn so zur Oxydation anderer Substanzen zu befähigen, während andrerseits ein näherer Bestandtheil des Hämaglobins, der uns im Hämatin, sei es in unver-

änderter, sei es in oxydirter Form, entgegentritt, die Natur des Eisenoxyduls in den Eisenoxydulsalzen oder des Bleioxyds in den basischen Bleisalzen besitzt. Diese Körper zeigen beide in hohem Grade die Eigenschaft der Ozonübertragung, sind durch Ozon und Ozonide leicht höher oxydirbar und werden auch durch Wasserstoffsuperoxyd, welches in diesem Falle ohne Sauerstoffentbindung zersetzt wird, in Eisenoxyd und Bleisuperoxyd übergeführt, indem dabei nach Schönbein's Annahme das Antozon des Wasserstoffsuperoxyds in Ozon verwandelt wird.

Bringt man Hämaglobin mit Wasserstoffsuperoxyd zusammen, so beobachtet man jene bekannte, von starker Gasentwicklung begleitete Zerlegung des Superoxyds, und zwar vermag eine sehr kleine Menge von Hämaglobinlösung relativ grosse Mengen gelöstes Wasserstoffsuperoxyd zu zersetzen; erst nach längerem Zufügen dieses letztern verändert sich die Blutfarbe, um endlich unter Bildung weisslicher eiweissartiger Gerinnsel ganz zu verschwinden, wobei die zur Zersetzung und Oxydation des Hämaglobins nothwendige Menge Sauerstoffs nur einen minimen Bruchtheil des gasförmig entbundenen Sauerstoffs ausmacht. Dieser Umstand, über den die genaueren Angaben in den Schönbein'schen Abhandlungen sich finden, ist sehr bemerkenswerth, denn bei dieser Katalyse des Wasserstoffsuperoxyds wird entweder nach Schönbein das Antozon des Superoxyds durch das Blut in Ozon verwandelt, welches sich mit weiterem Antozon zu gewöhnlichem Sauerstoff umsetzt („Depolarisation des Sauerstoffs") oder es wird, um von jeder Theorie abzusehen, unter dem Einfluss der Blutzellen die Hälfte Sauerstoff aus dem Wasserstoffsuperoxyd abgespalten. Es steht also in dieser Reaktion das Hämaglobin in fortwährender Berührung mit ozonisirtem oder neutralem Sauerstoff in nascirendem Zustande, und die Thatsache, dass dieses Gas, ohne die Blutlösung sichtbar zu verändern, entbunden wird, beweist daher, dass dem unveränderten Hämaglobin als solchem eine wenn auch nicht vollständige, doch sehr merkliche Widerstandsfähigkeit gegen Sauerstoff und wohl auch andere Gasarten eigen ist. Diese eigenthümliche chemische Indifferenz, ebenfalls in vollkommener Analogie mit dem Verhalten des Platins, erklärt auch die Eigenschaft des Blutzelleninhalts, gleich manchen

pflanzlichen Materien während einer gewissen Zeitdauer in lockerer, leicht aufzuhebender Verbindung mit gewöhnlichem und, wie ich annehme, auch mit ozonisirtem Sauerstoff bestehen zu können, eine Fähigkeit, in der die Physiologie mit vollem Rechte einen der wesentlichsten Factoren in der Funktion der Blutkörperchen erblickt.

Wird andererseits eine Blutlösung mit wässerigem Wasserstoffsuperoxyd zusammengebracht, nachdem der einen oder anderen dieser Flüssigkeiten geringe Mengen von Cyanwasserstoff beigemengt worden sind, so zeigt sich durch den Contact der Blausäure die „Fermentnatur" des Blutfarbstoffes (Hämaglobins) gehemmt und es tritt dann jene schon berührte zweite Eigenschaft zu Tage, d. h. es verhält sich nun die Blutflüssigkeit (sei dieselbe defibrinirtes Blut oder Hämaglobinlösung) analog dem Eisenoxydul- und Bleioxydhydrat oder den Lösungen dieser Basen. Das Wasserstoffsuperoxyd wird daher nicht mehr unter Gasentbindung zerlegt, sondern der locker gebundene Sauerstoff wirft sich, wie dort auf Eisenoxydul oder Bleioxyd, so hier auf jenen Atomcomplex, den man als „Hämatingruppe" im Hämaglobin ansehen kann, und es entsteht so jene veränderte, braungefärbte Flüssigkeit, die Schönbein zuerst beobachtete und die, wenn auch nicht im Absorptionsspectrum, so doch in den übrigen Eigenschaften die grösste Aehnlichkeit mit den Hämatinlösungen und dem durch ozonführende Verbindungen veränderten Blute zeigt. In zweiter Linie stimmt das blausäurehaltige (arterielle und venöse) Blut auch darin mit den genannten Metalloxyden überein, dass demselben die ozonübertragende Fähigkeit (ebenso wie dem unvermischten Blute) zukommt, so dass dieselbe Blutlösung, die in Folge ihres HCy-Gehaltes durch Wasserstoff-Superoxyd gebräunt wird, andererseits die leichte Oxydation des Cyanins, Guajakharzes, Indigoblaus, Anilins und anderer Materien durch H_2O_2 bewerkstelligt, wobei jedoch höchst wahrscheinlich das Hämaglobin ebenfalls chemisch verändert wird.

Diese Erläuterungen mögen vielleicht zum weiteren Verständniss der Beobachtungen Schönbein's ein weniges beitragen, wenn ich auch die Möglichkeit wohl voraussehe, dass diese Ansichten in Folge genauerer Untersuchung von so schwierig zu isolirenden Körpern anderen und besseren Erklärungen weichen werden. Es scheint

mir jedoch zweckmässiger und fördernder, eine Reihe interessanter Thatsachen, wenn auch mit aller Zurückhaltung, zur Besprechung und so zu allgemeinerer Kenntniss zu bringen, als dieselben lediglich da oder dort abgedruckt zu wissen und zu lassen.

Ich kann diesen Gegenstand jedoch nicht verlassen, ohne noch der neuesten Veröffentlichung von Hoppe-Seyler: „Ueber die Zersetzungsprodukte des Hämaglobin" (Ber. d. deutschen chem. Ges. 1870, Heft 5) hier zu erwähnen. Auf den Inhalt näher einzugehen, würde in diesem Aufsatze zu weit führen; es sei mir daher wenigstens gestattet, meine lebhafte Freude darüber auszudrücken, dass diese jüngste Arbeit des ausgezeichneten Forschers nicht nur in keinerlei Widerspruch zu den vorstehenden Mittheilungen steht, sondern dass ich vielmehr darin eine ebenso unverhoffte. als werthvolle Stütze für manche der geäusserten Ansichten erblicke. Von besonderer Wichtigkeit in der Arbeit von Hoppe-Seyler, die mir leider erst nach Aufzeichnung der obigen Betrachtungen über den Blutfarbstoff zu Gesicht kam, scheint mir der experimentelle Nachweis eines Punktes, der für mich aus verschiedenen Gründen fast zur Gewissheit geworden war, der Thatsache nämlich, dass die Substanz, die wir als „Hämatin" aus dem Hämaglobin entstehen sehen, nicht nur ein Spaltungs-, sondern zugleich ein Oxydationsprodukt ist und dass sowohl dem Farbstoffe des venösen Blutes (Hämaglobin) als demjenigen des arteriellen (Oxyhämaglobin) ein näherer Bestandtheil eigen ist, den Hoppe vor der Hand als „Hämachromogen" bezeichnet und der bei vollkommenem Luftabschluss als solcher sich aus dem Blutfarbstoff abspaltet, dagegen bei Zutritt von Sauerstoff oder oxydirenden Substanzen in Form des „Hämatins" oder anderweitiger verwandter Produkte austritt. Eine Haupteigenschaft dieses „Hämachromogens" ist seine ausserordentliche Oxydirbarkeit, denn diese ist so gross, dass sich dieser Körper, während er (z. B. in stehendem oder filtrirendem Blute) noch einen Bestandtheil des unveränderten Hämaglobins ausmacht, schon dann mit Sauerstoff, sei es dem im Oxyhämaglobin enthaltenen oder im Blutserum aufgelösten, fester verbindet und so das „Methämaglobin" bildet, das wir nun nach Hoppe's Beobachtungen als hämatinführendes Hämaglobin ansehen können, insofern es bei

Spaltung unter Luftausschluss nicht „Hämachromogen", sondern Hämatin liefert. Ich habe mit Hämachromogenlösungen, nach Hoppe's Angaben bereitet, eine Anzahl von Versuchen angestellt und dabei wenigstens die ungeschwächte Existenz der ozonübertragenden Eigenschaft beobachtet, inwiefern dagegen, was wahrscheinlich ist, das Hämachromogen sich in Bezug auf das katalytische Vermögen von dem normalen Blutfarbstoff unterscheidet, vermochte ich mit Sicherheit noch nicht festzustellen. Dass das „Hämachromogen" mit dem sogenannten reducirten Hämatin identisch sein möchte, erscheint auch mir aus verschiedenen Ursachen höchst zweifelhaft, doch ist es wohl gerathen, in diesem Punkte die weiteren entscheidenden Versuche, die Herr Hoppe-Seyler in Aussicht stellt, abzuwarten.

Jedenfalls kann die Natur des „Hämachromogens", wie sich dieselbe aus der Untersuchung Hoppe-Seyler's ergibt, wenn ich nicht irre, das nur rechtfertigen, was ich weiter oben als zweiten Charakter des Hämaglobins und als Analogie mit dem Eisenoxydul bezeichnet und wesentlich der Gegenwart des bisher als Hämatin angeführten näheren Bestandtheils des Blutfarbstoffs zugeschrieben hatte, und es würde nun die Verschiedenheit in dem Verhalten des blausäurefreien und des blausäurehaltigen Blutes gegen Wasserstoffsuperoxyd kurz so aufzufassen sein, dass in dem ersten Falle wesentlich der Charakter des normalen Hämaglobins, in dem andern aber derjenige des „Hämachromogens" zur Geltung kommt.

Es wird daher noch die Frage zu entscheiden sein, ob Lösungen des reinen Hämachromogens durch Wasserstoffsuperoxyd in derselben Weise verändert und gebräunt werden, wie Hämaglobinlösungen, die Blausäure enthalten, und endlich wäre auch noch vollständige Sicherheit darüber zu erlangen, ob das Vermögen der Ozonübertragung, das nicht nur dem Hämaglobin und Hämachromogen, sondern, wie ich annehmen muss, auch dem Hämatin und mehreren anderen sauerstoffreicheren Körpern, als das Hämachromogen, zukommt, wirklich diesen letztern Materien eigen oder vielleicht von noch beigemengtem Hämachromogen und Methämaglobin abhängig ist, eine Möglichkeit, die jedoch nach meinen Erfahrungen nur einen sehr geringen Grad von Wahrscheinlichkeit besitzt.

Wenn Hoppe-Seyler am Schlusse seiner Mittheilung die Bildung von Hämatin aus Hämaglobin mit derjenigen von Indigblau aus Indican vergleicht, so konnte meines Erachtens kein glücklicheres Bild gewählt werden, denn es kann Niemandem entgehen, dass die Beziehungen, die zwischen Hämaglobin, Hämachromogen und Hämatin obwalten, die grösste Aehnlichkeit mit denjenigen des Indicans, Indigweisses und Indigblau's besitzen. Die animalische Materie, die wir, wenn auch nicht rein isolirt, in dem neu ermittelten „Hämachromogen" vor uns sehen, zeigt in der That die deutlichsten Analogien zu dem vegetabilischen Stoffe, dem Indigchromogen oder Indigweiss und ebenso auch zu Verbindungen anorganischer Art, wie namentlich Eisenoxydul. Alle drei Substanzen werden namentlich durch ozonhaltige Verbindungen, allein auch durch Berührung mit freiem Sauerstoff leicht oxydirt, welch' letzteres Phänomen für Eisenoxydul und Indigweiss namentlich beim Schütteln oder Erwärmen mit atmosphärischer Luft, für das Hämachromogen durch die leichte Hämatinbildung beim Erhitzen arterieller Blutlösung wahrzunehmen ist; dagegen besteht immerhin der Unterschied, dass Eisenoxydul und Hämachromogen in Folge ihrer ozonübertragenden Fähigkeit zu Wasserstoffsuperoxyd ein anderes Verhalten zeigen, als Indigweiss, welches von dieser Verbindung (in diesen Mittheilungen stets in verdünnter wässriger Lösung verstanden) unter gewöhnlichen Umständen nicht verändert wird und auch keine Katalyse derselben bewirkt.

Nach dieser Besprechung des Blutfarbstoffs und seines Verhaltens zu Cyanwasserstoff möge in Kürze von der Wirkung des Phenols auf die charakteristischen Eigenschaften des Hämaglobins und anderer thierischer und pflanzlicher nicht organisirter Fermente die Rede sein. Nach den merkwürdigen Thatsachen, welche Schönbein über den Einfluss der Blausäure auf die Wirkungen der Fermentkörper ermittelte, schien es mir geboten, wenigstens das Phenol, als den neuesten und wichtigsten jener Körper, die in Folge ihrer chemischen Einwirkung auf N-haltige, namentlich fermentartige Materien des Thier- und Pflanzenreiches als sogenannte „conservirende und desinficirende Substanzen" verwendet und anempfohlen werden, in seinem Verhalten zu einer Anzahl anerkannter

Fermente zu prüfen und dabei die nichtorganisirten Fermentmaterien, wie Milchferment, Speichelferment, Emulsin, Malzferment etc. von organisirten Fermenten, zu welchen bei unseren jetzigen Kenntnissen Hefe und viele andere Pilzorganismen und wohl auch gewisse einzellige Algen zu rechnen sind, auseinanderzuhalten. Das Ergebniss der betreffenden Versuche geht dahin, dass die Wirkung des Phenols und ähnlicher Substanzen von derjenigen der Blausäure auf die Fermente in ihrem Wesen durchaus verschieden ist, insofern dieselbe stets auf einer wirklichen Veränderung der N-haltigen Stoffe beruht, während bei der Blausäure keinerlei Veränderung bleibender Art, sondern lediglich eine unerklärte Berührungswirkung stattfindet. Ungeachtet eine Reihe von eiweissartigen Substanzen durch Phenol unter der Erscheinung der Coagulation eine Veränderung erleiden, so zeigt sich dennoch, dass diejenigen Fermente, die als nichtorganisirt aufzufassen sind, durch Phenol in ihrem charakteristischen Fermentcharakter (namentlich ihrem Verhalten zu gewissen Sauerstoffzuständen) nicht wie durch Cyanwasserstoff verändert werden und dass, wo eine solche Veränderung stattfindet, dies entweder nur in sehr geringem Grade, oder in Folge secundärer Umstände geschieht. Ich habe die zu erwähnenden Versuche mit Phenol mit einer zu diesen Zwecken sehr passenden, weil mit allen Flüssigkeiten leicht mischbaren Lösung reinen krystallisirten Phenols in chemisch-reinem, destillirtem Glycerin angestellt, welche Lösung vollkommen klar und im Verhältniss von 1 : 10 bereitet war.

Was zunächst das Blut angeht, so ergab sich bei Versuchen mit defibrinirtem arteriellen Blute verschiedener Thiere, dass Phenol selbst in beträchtlicheren Mengen die durch die Blutkörperchen bewirkte Bläuung eines Gemenges von antozonhaltigem Terpentinöl oder Wasserstoffsuperoxyd mit Guajaktinktur nicht verhindert. Dagegen wird die Wirkung in demselben Maasse verlangsamt, als eine Coagulation von Serumbestandtheilen und daher eine Einschliessung der Blutzellen in das Coagulum erfolgt; bei verdünnten Lösungen des Phenols ist die Wirkung eine ungeschwächte. Dieselben Beobachtungen wurden auch in Betreff der Katalyse des Wasserstoffsuperoxyds durch Blutlösung gemacht.

Was das Milchferment betrifft, welche allerdings nicht isolirte

Substanz jedoch nicht mit den in der Milch auftretenden Pilzen zu verwechseln ist, so verhindert auch hier das Phenol in kleineren Mengen die so energische Bläuung des Wasserstoffsuperoxyd-haltigen Jodkaliumkleisters (und auch Superoxyd-haltigen Guajaktinktur) durch die Milch nicht, obwohl das Caseïn durch kleinste Mengen Phenols coagulirt wird. Dagegen wird diese Reaktion durch grössere Mengen Phenols, sowie auch durch Säuren, z. B. SO_3 verhindert. Von der katalytischen Wirkung der Milch gelten ganz ähnliche Verhältnisse, während Blausäure schon in sehr geringen Mengen sowohl die katalytische als die ozonübertragende Eigenschaft des Milchfermentes wesentlich verlangsamt, so lange sich dieselbe in Contact mit der Flüssigkeit befindet.

Bei diesem Anlasse will ich auf Grund weiterer Versuche, bei denen die Milch unmittelbar von der Drüse in mit Luft gefüllte, vorher längere Zeit auf 100° erhitzte und durch (in Phenoldämpfen gelegene) Baumwolle sorgfältig verstopfte Gefässe geleitet wurde, die schon in dem Anfangs angeführten Aufsatze ausgesprochene Vermuthung nun bestimmter wiederholen, dass nämlich die bei stehender Milch beobachtete Sauerstoffabsorption und die darauf eintretende Milchsäurebildung mit dem eigenthümlichen, nicht organisirten Fermentkörper der Milch in nächster Beziehung steht, womit das Auftreten von Pilzorganismen und daherige chemische Veränderungen keineswegs ausgeschlossen sind. So vermag ich z. B. die Frage, ob die unter Umständen beobachtete Fettvermehrung der Milch beim Stehen (höchst wahrscheinlich durch Veränderung der Eiweisskörper) von der Gegenwart von Organismen abhängig ist, oder aber ebenfalls mit jenem Fermente zusammenhängt, ungeachtet verschiedener Versuche nicht zu entscheiden, da sich der Feststellung dieser und ähnlicher Dinge allzuoft unerwartete Schwierigkeiten entgegenstellen. Zudem scheint nach neuesten Untersuchungen eines englischen Forschers die bisher allgemein anerkannte Zerstörung thierischer und pflanzlicher Keime durch die Temperatur der Wassersiedhitze keineswegs immer stattzufinden, so dass in diesem Falle viele Versuchsreihen der Verificirung bedürften. Auch das Ferment des Speichels, das durch Blausäure ebenso wie die übrigen Fermente in seinen Wirkungen gehemmt wird, wird durch

Phenol weder in seiner katalytischen, noch in seiner ozonübertragenden Eigenschaft verändert und auch die Action auf Stärke und auf gewisse Glucoside scheint durch die Gegenwart des Phenols keineswegs beeinträchtigt, während z. B. kurzes Erwärmen auf 90 bis 100° die Fermentwirkungen des Speichels nahezu aufhebt.

Nebenbei finde ich, dass die auffallend deutliche Fähigkeit frischen Speichels, ein Gemenge von Jodkaliumstärkekleister und Wasserstoffsuperoxyd zu bläuen, in annähernd umgekehrtem Verhältniss zu dessen Gehalt an Rhodanalkali steht, und dass diese Reaktion des Speichels z. B. durch Zusatz von Rhodankalium abgeschwächt werden kann; dagegen ist der Rhodansalzgehalt ohne Einfluss auf die Bläuung der Wasserstoffsuperoxyd-haltigen Guajaktinktur durch Speichel, welche Reaktion sonderbarer Weise der erstgenannten an Energie bedeutend nachsteht. Der Gehalt des Speichels, sowohl an Rhodansalz, wie an Ferment, variirt übrigens wie bekannt sehr merklich bei verschiedenen Individuen und es scheint dies nicht nur mit den Bedingungen der Speichelabsonderung, sondern auch mit individuellen, zum Theil pathologischen Verhältnissen zusammenzuhängen.[1])

Was endlich die zahlreichen Fermentmaterien des Pflanzenreiches betrifft, so zeigt sich hier noch deutlicher als in den bis jetzt angeführten Fällen der Unterschied der Blausäure und des Phenols. So bleibt z. B., um hier nur eine Gruppe pflanzlicher Fermente zu besprechen, sowohl die katalytische, als die ozonübertragende Fähigkeit der wässerigen Auszüge des Malzes, der Mandeln, der Senfkörner und zahlreicher anderer keimfähiger Saamen,

1) Bei Anlass dieser Notizen über thierische Fermente erinnere ich an die werthvolle Untersuchung von Adolf Mayer „Ueber die Wirkungsweise des Pepsins bei der Verdauung" (Zeitschr. für Biologie V. 311), worin die durch neuere Forschungen und besonders durch eine Entdeckung des genannten Chemikers nahegelegte Ansicht erörtert wird, dass die Verdauung und wohl noch andere physiologische Processe in das Gebiet der Gährungen durch niedere Organismen fallen und dabei die „Pepsin", „Ptyalin" u. s. w. genannten Körper, denen man bisher eine Contactwirkung zuschrieb, lediglich als Nährstoffe jener Organismen fungiren. Die Versuche Mayer's, obschon nach seiner eignen Aussage nicht absolut entscheidend, sprechen sehr deutlich gegen diese Annahme, insoweit sie die Verdauung betrifft.

die sämmtlich Fermente führen, durchaus ungeschwächt, und es wird auch die Keimfähigkeit durch Einlegen solcher Saamen in verdünnte Phenollösungen nicht beeinträchtigt, während dies bekanntlich durch Erhitzen und nach Schönbein's Arbeiten auch durch Berührung mit sehr verdünnter Blausäure in bedeutendem Maasse geschieht.

Von besonderem praktisch-chemischen Interesse scheint mir die Thatsache, dass das Phenol speziell auf die Bläuung eines Gemenges von Guajaklösung (oder Jodkaliumkleister) und Wasserstoffsuperoxyd durch frischen Malzauszug durchaus ohne Einfluss ist, so dass der Malzauszug, der in Verbindung mit Guajaktinktur ein so werthvolles Reagens auf das theoretisch wichtige Wasserstoffsuperoxyd bildet, in Folge der bekannten Einwirkung des Phenols auf Schimmelpilze an dem so lästigen, leichten Schimmeln durch geringen Phenolzusatz verhindert werden kann, ohne seine ozonübertragende Eigenschaft einzubüssen.

Was nun den eigentlichen Grund der Wirksamkeit des Phenols als zersetzungswidriges Mittel angeht, so glaube ich, so weit wenigstens meine Kenntniss und Beobachtung geht, an der vielfach vertretenen Ansicht festhalten zu müssen, dass das Phenol entweder gewisse N-haltige Materien aus der Eiweissgruppe coagulirt oder überhaupt irgendwie verändert und so gegen Zersetzungen und Einfluss der Atmosphärilien widerstandsfähig macht, oder aber durch Vernichtung der Lebensfähigkeit thierischer und pflanzlicher Keime wirkt; in diesem letztern Falle mag ebenfalls eine Veränderung der Substanz jener niedern Organismen vorliegen, ich will aber hinzufügen, dass mir die pilzzerstörende Wirkung des Phenols (und ähnlich wirkender Stoffe) noch speziell auf einer bleibenden Veränderung der Fermentmaterien zu beruhen scheint, die ich als nie fehlenden Bestandtheil des Zelleninhalts niederster pflanzlicher und wohl auch thierischer Bildungen annehme. Jedenfalls scheint zwischen den „organisirten" und „nicht organisirten" Fermenten ungeachtet aller sonstigen Uebereinstimmung dennoch ein gewisser Unterschied in dem Verhalten zu Phenol zu bestehen, und ich will, um Missverständnisse zu verhüten, hier noch beifügen, dass ich eine gewisse Classificirung der Fermente im Augenblicke noch als geboten erachte und dabei unter „nichtorganisirten Fermenten"

Materien verstehe, die in höhern Thieren und Pflanzen höchst wahrscheinlich in löslicher und gelöster Form in verschiedenen Organen sich finden, während als „organisirte Fermente“ nicht sowohl (nach bisherigem Sprachgebrauche) niedrige Organismen des Pflanzen- und Thierreichs als solche zu verstehen sind, sondern vielmehr gewisse noch nicht isolirte Körper, die in löslicher, viel wahrscheinlicher aber in „organisirter“ (protoplasmatischer) Form einen Bestandtheil jener mikroskopischen Bildungen ausmachen. Mögen aber die Fermentkörper der einen oder andern Gruppe angehören, so haben sie doch das gemeinsame Kennzeichen, dass zur Entfaltung ihrer Thätigkeit stets Feuchtigkeit, eine bestimmte Temperatur und in vielen Fällen Sauerstoff gehört, und im fernern vermögen diese Materien auch bei Entziehung jener Bedingungen (bei Eintrocknung und Erkältung) ihre charakteristischen Eigenschaften — die Fähigkeit zu bestimmter chemischer Arbeit — zu bewahren, ein eigenthümliches Verhalten, mit dem nicht nur z. B. die hartnäckige Keimkraft vieler Pflanzensaamen und Pilzsporen, sondern, wie ich glaube, auch manche Phänomene des sogenannten „latenten Lebens“ in niedern Thierklassen zusammenhängen, Erscheinungen, die mehr und mehr in den Bereich chemischer und physikalischer Untersuchung zu gelangen verdienen.

II. Ueber das Verhalten des Cyanwasserstoffs und Phenols zur Hefe und zu Schimmelpilzen.

Die gewöhnliche Hefe und wohl auch andere Hefearten scheinen sich, als Repräsentanten der organisirten Fermente, zu Phenol anders zu verhalten, als die im vorstehenden Abschnitte angeführten Fermentkörper. Lässt man Hefezellen (Saccharomyces cerevisiae) in Berührung mit einer wässerigen Phenollösung (1 Procent Phenol enthaltend und durch Mischung des erwähnten Phenol-Glycerins mit Wasser bereitet), so vermag die Hefe sehr bald die charkteristischen Fermentwirkungen nicht mehr hervorzubringen, d. h. es findet sich sowohl das katalytische Vermögen gegen Wasserstoffsuperoxyd, als auch die den Fermenten eigene energische Reduktion der Nitrate zu Nitriten beinahe aufgehoben, und unter gleichen Umständen wird

bekanntermaassen, wenn die Flüssigkeit zuckerhaltig und in alkoholischer Gährung begriffen ist, auch die Gährung eingestellt und der Hefepilz in seiner weitern Vegetation verhindert, nach gewöhnlichem Sprachgebrauche „getödtet". Nach den neueren, ziemlich allgemein verbreiteten Ansichten über die Gährung (insbesondere die Alkoholgährung) liegt in diesen Thatsachen nichts aussergewöhnliches; es kann einfach angenommen werden, dass ein wichtiger stickstoffhaltiger Hefebestandtheil, dem man katalytisches Vermögen und stark reducirende Fähigkeit Nitraten gegenüber beimisst, durch Phenol verändert, dadurch aber jene Eigenschaften aufgehoben und zugleich die Lebensfähigkeit der Hefepflanze vernichtet werde; dieser letztere Umstand wird dann als erste und natürlichste Folge die Sistirung der Gährung nach sich ziehen. Wenn wir aber nächst der Wirkung des Phenols und mehrerer anderer Substanzen auf die Hefe und die Gährung auch die so überraschenden Beobachtungen Schönbein's über den Einfluss der Blausäure auf Hefe (und Fermente überhaupt) näher in Betracht ziehen und dabei auf die Thatsache stossen, dass durch geringe Mengen von Blausäure die katalytische Eigenschaft der Hefezellen, deren reducirendes Vermögen (auf Nitrate), die ozonübertragende Wirkung und namentlich die Fähigkeit der Gährungserregung annähernd aufgehoben, nach Entfernung der Blausäure durch Verdampfung aber restituirt werden, so muss zugegeben werden, dass dies, zwar nicht mit der Grundidee der neuesten Gährungstheorien, allein doch mit gewissen Formulirungen derselben (z. B. der Auffassung von Alkohol und Kohlensäure als einfache Abfälle des Hefe-Ernährungsprocesses) in einigem Widerspruch steht. Jedenfalls kann, wenn wir z. B. die durch frische Hefe in Wasserstoffsuperoxydlösungen bewirkte stürmische Sauerstoffentbindung in's Auge fassen, diese katalytische Fähigkeit, die nach allen von Schönbein ermittelten Fakten in engster Beziehung zu der Gährungserregung steht, damit gänzlich Hand in Hand geht und daher auf eine gemeinsame Grundursache hindeutet, doch unmöglich als eine Folge des Wachsthums und der Ernährung des Hefepilzes angesehen werden, was aber nach den Ansichten Vieler consequenter Weise geschehen müsste.

In der Ueberzeugung, dass die Arbeiten mancher neuerer

Forscher über die Gährung mit den Untersuchungen Schönbein's sich in befriedigender Weise, wenn auch mehr anregend, als abschliessend, vereinigen lassen, konnte ich nicht umhin, vor einiger Zeit die bezüglichen Anschauungen meines verehrten Lehrers, die er in zusammenhängender Weise zu erörtern unterliess, eingehender zu besprechen (V. J. S. f. prakt. Pharmacie 1869. III. & IV. — Verhdlgn. der Berner Naturf. Gesellschaft 1869). Indem ich, um Gesagtes nicht zu wiederholen, hierauf verweise, sei nur in gedrängter Kürze bemerkt, dass die Schönbein'schen Ansichten, die ich hier auch als die meinigen vertrete, jenes wichtigste Faktum, den engen Zusammenhang der Gährung mit den Wachsthums- und Vermehrungserscheinungen, kurz gesagt mit dem Leben des Gährungspilzes, unangetastet lassen; dagegen liegt der unterscheidende Cardinalpunkt vielmehr darin, dass die mehrfach erwähnten verschiedenen Eigenschaften der Hefe und namentlich die Zerlegung des Zuckers auf die Gegenwart einer Fermentmaterie in der Hefezelle zurückgeführt werden, welche Materie in verschiedenen Pilzarten ebenso verschieden, wie in den Organen höherer Thiere und Pflanzen, charakteristische Spaltungen und chemische Veränderungen (analog den Wirkungen des Magensaft- und Speichelferments, der Diastase, des Emulsins etc.) zu bewirken vermag und zugleich dadurch für den Lebensprocess der Hefe von grösster Wichtigkeit ist, dass sie sehr wahrscheinlich gewisse Spaltungen im Nahrungssafte einleitet und nebenbei die den Pilzen eigene Sauerstoffathmung vermittelt. Während daher in den Fällen, wo wir Aufhebung der Gährung durch verschiedene Einflüsse wahrnehmen, gewöhnlich die Tödtung des Hefepilzes als vorangehend und als Grund der Erscheinung angenommen wird, sind nach der andern Auffassung beides gleichzeitige Phänomene, von einer Veränderung des „Hefefermentes" herrührend.

Hierbei bin ich auf zwei stets wieder auftauchende Einwände wohl gefasst, dass nämlich durch eine solche Annahme die Alkoholgährung (gleich der Bildung von Bittermandelöl, Senföl, Saligenin u. s. w. durch Wirkung von Emulsin, Myrosin und Speichelferment auf gewisse Glycoside) wieder in die so unbequeme Kategorie der Berührungswirkungen gestellt werde, und zweitens, dass ja solche

Fermentmaterien, wie sie als Bestandtheile von Pilzzellen anzunehmen wären, noch keineswegs irgendwie dargestellt seien. Auf den ersten Punkt antwortet die einfache Frage, ob denn etwa das Auftreten von Alkohol und Kohlensäure, wenn als Resultat des Pilzstoffwechsels bezeichnet, wirklich besser erklärt ist, da ja doch irgend ein Anstoss von irgendwoher die Spaltung des Zuckers einleiten muss, wobei ich auf die interessanten Betrachtungen Baeyers über die Zuckergährung (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1870. pag. 63) hinweise; was den andern Einwand betrifft, so kann ich nur bekennen, dass ich mit Schönbein glaube, es liegt in dem räthselhaften Gebiete der Contactwirkungen und der Gährung noch manches chemische Geheimniss geborgen; allein es scheint mir eher misslich, als fördernd, bei dem Studium der Fermente, welche wir wohl nie werden rein isoliren können, den Glauben an ihre Existenz stets unbedingt an die chemische Reindarstellung zu knüpfen, wenn auch noch so viele andere Beobachtungen sie zu beweisen scheinen.

Ich hatte in der citirten Abhandlung unter anderm geäussert, dass, falls in der That Gährung (resp. Spaltung des Zuckers) und andrerseits Wachsthum und Vermehrung des Hefepilzes von der Existenz eines Fermentkörpers in der Hefe wesentlich abhängen, bei der Aufhebung des Gährungsvorganges durch Cyanwasserstoff auch eine momentane Einstellung oder wenigstens bedeutende Einschränkung der Vegetation der Hefe zu beobachten sein müsste, während nach Verdampfung der Blausäure aus der Gährungsflüssigkeit die normale Vegetation wieder beginnen würde. In der Constatirung dieser Verhältnisse würde zugleich ein neuer willkommener Beweis für die „Simultaneität" der Gährungserscheinung und des Lebensvorganges der Hefe liegen; allein es harrt eine solche bei näherer Betrachtung keineswegs leichte Untersuchung noch der Ausführung.

Dagegen veranlasste mich die grosse Analogie der Hefezellen mit den einzelligen Keimen vieler Schimmelpilze und nächstdem die Ansicht, dass die eigenthümlichen Spaltungs- und Verbrennungserscheinungen, welche Schimmelpilze z. B. in Gerbstofflösungen, in verdünntem Alkohol und vielen andern Flüssigkeiten bewirken, auch hier von der Gegenwart gewisser den atmosphärischen Sauerstoff

reichlich anziehender und an das Substrat übertragender Fermente (in den Pilzzellen) abhängig sind, zu einer Versuchsreihe über den Einfluss der Blausäure auf die Entwicklung von Pilzkeimen, nachdem ich kurz zuvor eine mir unerwartete Beobachtung gemacht hatte [1]). Indem ich nämlich zu ermitteln wünschte, ob den Fermenten nicht nur für Nitrate, sondern auch für schwefelsaure Erd- und Alkalisalze ein besonders ausgeprägtes reducirendes Vermögen zukomme, hatte ich eine Anzahl von Flaschen, welche Gypslösung enthielten, mit Blutzelleninhalt, Hefe, Speichel, Emulsinlösung, Malzauszug und andern fermentführenden Flüssigkeiten versetzt und nächstdem eine Reihe gleich beschickter Flaschen mit einem geringen Zusatz wässeriger Blausäure versehen. Als nach einigen Tagen der Inhalt geprüft, aber nur spurenweise Reduktion gefunden worden war, während Nitrate in gleicher Zeit energisch reducirt werden, wurden die Gefässe absichtslos für einige Zeit bei Seite gestellt, ohne ganz luftdicht verschlossen zu sein. Als ich nach einigen Wochen mich darnach umsah, fand ich eine Anzahl von Flaschen mit dichten Schimmelbildungen erfüllt, während die übrigen vollkommen klar und schimmelfrei geblieben waren. Bei näherem

---

1) In seiner geistvollen Schrift „über Schimmel und Hefe, Berlin 1869" hat Prof. de Bary auf die Thatsache aufmerksam gemacht, dass in Tanninlösungen durch ein und dieselbe Pilzbildung, wenn in freier Luft an der Oberfläche wachsend, langsame Verbrennung des Tannins zu Kohlensäure und Wasser, dagegen bei untergetauchtem Mycelium Spaltung in Gallussäure und Zucker bewirkt werde. In beiden Fällen zeigt sich, bei quantitativer Beobachtung, ein ähnliches auffallendes Verhältniss einerseits zwischen den Mengen des aus der Luft auf das Substrat (Tannin) übertragenen Sauerstoffs und dem zum Leben des Pilzes (durch eine Art Athmung) nothwendigen Antheil, andrerseits zwischen dem jener Spaltung unterliegenden Substrat und den zur Pilzernährung dienenden, vom Pilze wirklich assimilirten Mengen; mit andern Worten, es erscheint die in solchen Flüssigkeiten vollzogene chemische Arbeit weit bedeutender, als dem Stoffwechsel der darin enthaltenen organischen Bildungen entspricht. Dieselbe Betrachtung gilt für andere Verwesungen und Gährungen (wie Essig-, Milchsäure- und besonders Alkoholgährung) und spricht nicht weniger als andere Thatsachen für die Annahme, dass die Wirkungen der sogenannten „Fermente" und der „Gährungsorganismen" ihrem Wesen nach gleicher Art sind, d. h. Thätigkeitsäusserungen gewisser Materie, die als Bestandtheile sowohl niederer wie höherer Pflanzen und Thiere, nicht nur gemeinsame, sondern auch spezielle, ihnen eigenthümliche Fähigkeiten besitzen.

Zusehen zeigte sich, dass letzteres von allen Flaschen galt, die jenen geringen Blausäurezusatz erhalten hatten, der nach meiner Voraussetzung ebenso die allfällige Reduktion des Kalksulfats verhindern sollte, wie dadurch die Reduktion der Nitrate durch Fermente gehemmt wird. Es war daher offenbar durch die Blausäure die Keimung und Entwicklung der in die Flaschen gelangten Pilzsporen gehemmt worden und es musste sich dies in einer grössern Versuchsreihe noch deutlicher ergeben. Zu dem Ende wurden eine Anzahl Gläser von circa 50 Gramm Inhalt zuerst nach sorgfältiger Reinigung mit Wasser gefüllt, dann zum Zwecke des Eindringens derselben atmosphärischen Luft[1]) in demselben Raume entleert und nun zur Hälfte mit verschiedenen filtrirten Flüssigkeiten gefüllt, die sich mir in der pharmazeutischen Praxis als zur Schimmelbildung sehr geneigt erwiesen hatten. Mit jeder dieser Flüssigkeiten wurden je 4 Fläschchen auf die angedeutete Weise beschickt; das erste (*a*) ohne jeglichen Zusatz; das zweite (*b*) mit einem kleinen Zusatz wässeriger Blausäure, der in der fertigen Versuchsflüssigkeit einem Gehalt von $^1/_{100}$ Procent Cyanwasserstoff entsprach; das dritte (*c*) mit einem Zusatz, sei es von Phenollösung, sei es von Quecksilbersublimat, entsprechend einem Gehalt von ebenfalls $^1/_{100}$ Procent des einen oder andern Körpers in der Versuchsflüssigkeit; endlich das vierte (*d*) mit demselben, jedoch 10mal grössern Zusatze, also $^1/_{10}$ Procent der Flüssigkeit.

Es enthielt:

Reihe 1: Auszug aus Althaeawurzel; in *c* und *d* Phenol.
„ 2: Auszug aus Liquiritiawurzel; in *c* und *d* Phenol.
„ 3: Opiumauszug; in *c* und *d* Phenol.
„ 4: Auszug aus Rhabarberwurzel; in *c* und *d* Phenol.
„ 5: Lösung des Extraktes aus Taraxac. off.; in *c* und *d* Phenol.
„ 6: Chininsulfatlösung (mit Weinsteinsäure hergestellt); in *c* und *d* Phenol.

---

1) An dieser Stelle kann ich nicht umhin, auf die äusserst interessanten neuesten Untersuchungen Tyndalls über die Beziehungen des atmosphärischen organischen Staubes auf die optischen Eigenschaften der Luft, ihr Verhalten zu Wunden u. s. w. hinzuweisen.

Reihe 7: Melasselösung; in *c* und *d* Sublimat.
" 8: Brodaufguss; in *c* und *d* Sublimat.
" 9: Gypslösung mit Honig; in *c* und *d* Sublimat.
" 10: Lösung von Weinsäure; in *c* und *d* Sublimat.
" 11: Lösung von Brechweinstein; in *c* und *d* Phenol.
" 12: Lösung von Magnesiasulfat und Natronacetat.
" 13: Tanninlösung; in *c* und *d* Phenol.
" 14: Lösung von citronensaurem Ammoniak; in *c* und *d* Phenol.

Sämmtliche Gläser wurden, zweckmässig verschlossen, in mittlerer Temperatur und sehr beschränktem Lichtzutritt sich selbst überlassen. Nach Verlauf von 15 Tagen zeigte sich in der Mehrzahl der Gläser *a* starke Schimmelentwicklung, in 4a, 5a, 10a, 11a, 12a und 14a mässige Schimmelbildung, während sämmtliche Gläser *b* durchaus klar und schimmelfrei geblieben waren, einzig 7b (Melasselösung) ausgenommen, in welcher die Blausäure eine geringe Schimmelbildung nicht hatte hindern können; das entsprechende 7a zeigte sich von Pilzen am stärksten von allen befallen und hatte eine dicklichschleimige Consistenz angenommen. Was die Gläser *c* betrifft, so zeigten sich dieselben, wenn Phenol enthaltend, meistens in annähernd gleichem Grade, wie die Gläser *a* von Schimmelpilzen durchsetzt, während dagegen die sublimathaltigen schon durch die geringe Dosis von $^1/_{100}$ Procent der Schimmelbildung gänzlich oder beinahe gänzlich entgangen waren. Die Gläser *d* endlich waren, wie bei einem Gehalte von $^1/_{10}$ Procent Phenol oder Sublimat nicht anders zu erwarten, gleich den Gläsern *b* durchaus schimmelfrei, auch hier wieder mit Ausnahme von 7d, das gleichfalls deutlich erkennbare Pilzbildung zeigte.

Die Beobachtung wurde zum zweiten Male nach weiteren 15 Tagen vorgenommen, ohne dass sich, abgesehen von einer gewissen Weiterbildung der Schimmelvegetationen, etwas wesentliches geändert hätte; einzig in 3d war etwas Pilzbildung sichtbar und in 7b war dieselbe deutlich fortgeschritten. Dass Phenol und Sublimat in gewissen Mengen die Pilzbildung zu verhindern vermögen, ist eine längst bekannte Thatsache; allein es ist bemerkenswerth, dass zwischen Blausäure und Phenol nicht allein ein Unterschied in der zur Wirkung nöthigen Menge existirt, sondern dass die Blausäure

überhaupt in einer andern Art und Weise wirken muss, als die beiden genannten Verbindungen, indem diese letztern die Lebensfähigkeit der Pilzkeime jedenfalls dauernd vernichten, während die Blausäure die Entwicklung der Pilzsporen nur so lange hindert, als sie mit denselben in Berührung erhalten wird. Diess zeigt sich, wenn Versuche wie die beschriebenen mit leicht schimmelnden Lösungen, wie z. B. Tannin- oder Melasselösungen, so angestellt werden, dass man die Gläser mit Baumwollverschluss sorgfältig versieht, so dass nach Einfüllung der Flüssigkeiten wohl Luftwechsel stattfinden, aber keine neuen Pilzsporen eintreten können; man sieht dann, dass, nachdem in den blausäurefreien Gläsern bereits starke Pilzentwicklung eingetreten ist, in den blausäurehaltigen Flaschen die Schimmelbildung langsam in demselben Maasse eintritt, als die Blausäure durch die Baumwolle hindurch allmälig verdampft; weit schneller tritt dies ein, wenn die Entfernung der Blausäure durch Einwirkung einer Temperatur von etwa 40° auf die Versuchsgefässe wesentlich beschleunigt wird; es ergibt sich durch Vergleichung mit ebenfalls erwärmten aber verkorkten Gläsern leicht, von welchem Einfluss die Verdampfung der Blausäure aus einer solchen Flüssigkeit auf die Pilzentwicklung ist. Es gibt jedoch noch einen andern charakteristischen Unterschied in den Wirkungen der Blausäure und des Phenols oder Sublimats auf Fermente. Die Einwirkung des Phenols und Sublimats, sowie mehrerer anderer Körper auf die Hefegährung und Schimmelpilzbildung steht nämlich in enger Beziehung zu dem Vermögen dieser Substanzen, jene niedersten Thierformen, die wir als Infusorien zusammenfassen, sehr energisch zu tödten, und es scheint, als ob die eine dieser Fähigkeiten zugleich der Maassstab für die andere wäre, denn nicht nur entspricht z. B. bei dem Quecksilberchlorid dessen energische zerstörende Wirkung auf Keime niederer Organismen einer auffallend heftigen tödtlichen Wirkung auf jene niedersten Thiere selbst in grösster Verdünnung, sondern es lehren mich auch verschiedene Versuche, dass Phenol in einem Concentrationsgrade, der zur Tödtung der Infusorien nicht mehr hinreicht, auch die besprochene Einwirkung auf die katalytische und gährungserregende Fähigkeit der Hefe, sowie den zerstörenden Einfluss auf

Schimmelsporen verliert. Von der Blausäure dagegen ist schon durch frühere Untersuchungen bekannt, dass sie auf Infusorien in einer Flüssigkeit von $1/2$ Procent Blausäuregehalt bereits ohne merkliche Wirkung ist, während die besprochenen Einflüsse derselben auf Fermente, Hefe und Pilzkeime noch in einer 10-, ja 50mal grössern Verdünnung stattfinden.[1])

Da im Uebrigen, wie bereits Schönbein nachwies, auch die Schimmelpilze den Fermentcharakter (Katalyse des Wasserstoffsuperoxydes und Reduktion von Nitraten) zeigen und darin durch HCy ähnlich wie die Blutzellen, die Hefe u. s. w. gehemmt werden, so liegt die Annahme nicht ferne, dass auch die bedeutende Einschränkung der Schimmelbildung durch die Blausäure auf einer merkwürdigen Veränderung nicht weiter bekannter Fermentkörper in den Pilzgebilden beruht. Es bleibt dabei noch näher zu untersuchen, in wie fern die Blausäure Spaltungs- und Oxydationsprocesse, welche Pilze in gewissen Substraten verursachen, zu modificiren vermag.

Wenn nun auch diese Mittheilungen, in welchen, um ein etwas vollständigeres Bild zu erhalten, manche schon bekannte Facta angeführt werden mussten, ohne praktische Bedeutung erscheinen, so werden sie immerhin, wie ich hoffe, nicht ohne alles Interesse sein; gehören sie doch jenem räthselhaften Gebiete der Berührungsphänomene und Zustandsveränderungen an, das mitten in der rastlosen Darstellung und Analyse neuer Präparate nur allzuleicht in Ungnade bleibt, weil daraus wenig Objekte für chemische Sammlungen, dagegen um so mehr Fragen und Zweifel zu schöpfen sind. Ueberdies scheinen alle die Fermente betreffenden Fragen in diesen Zeiten von vorwiegender Bedeutung für die Physiologie zu sein; denn es ist wohl kein Zweifel, dass in den eigenthümlichen Wir-

---

1) Die merkwürdige hemmende Wirkung der Blausäure auf die Entwicklung der Schimmelsporen stimmt gänzlich mit dem von Schönbein nachgewiesenen Einflusse der Blausäure auf die Keimung von Pflanzensaamen überein und mag als weiterer Beleg für die deutlichen Analogien gelten, die zwischen der Vegetation der Pilze und den Keimungsvorgängen der Saamen bestehen und in denen seiner Zeit Schönbein hinreichende Anregung zu seinen zahlreichen Versuchen fand.

kungen der verschiedenen Fermentkörper, wenigstens theilweise, jene unleugbare Verschiedenheit in dem Chemismus der organischen Welt und den chemischen Vorgängen der anorganischen Natur — bei identischen Grundgesetzen — gesucht werden muss.

Zum Schlusse bemerke ich, dass die Versuche über die Blutkörperchen zum grössern Theile im chemischen Laboratorium des pathologischen Institutes der Berliner Charité angestellt wurden, und benutze zugleich diesen Anlass, Herrn Dr. O. Liebreich für dessen freundliche Unterstützung durch Apparate und, was weit mehr ist, durch seine eigenen Erfahrungen bestens zu danken.

Bemerkungen zu Dr. Buchanan's Vortrag *)

„on Prof. v. Pettenkofer's Theory of the Propagation of Cholera and Enteric Fever."

Von

Dr. Max v. Pettenkofer.

Mitgetheilt in der Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege Bd. II S. 176.

Eine Bekämpfung meiner Ansichten über den Zusammenhang zwischen hypothetischen organischen Processen im Boden und Grundwasserschwankungen einerseits und gewissen epidemischen Krankheiten (Abdominaltyphus, Cholera) anderseits, von einem Lande ausgehend, wo man bisher fast allgemein den Einfluss des Trinkwassers auf das Vorkommen dieser Krankheiten als unzweifelhaft constatirt angesehen hat, kommt mir nicht unerwartet, — und ich darf sagen, dass ich mich freue, dass ein Mann, wie Dr. Buchanan, seine Stimme dagegen erhebt, der bereits so werthvolle Arbeiten über den Einfluss des Bodens auf die Lungenschwindsucht und über andere Gegenstände der öffentlichen Gesundheitspflege veröffentlicht hat. Seine Einwürfe erheben sich auch über das Niveau einer gewöhnlichen Opposition, der etwa nur Missfallen zu Grunde liegt; Buchanan streitet auf dem Boden von Thatsachen stehend, welche mit der eigentlichen Frage in natürlichem Zusammenhang sind; seine Einwürfe sind daher diskussionsfähig, und die Diskussion kann nur zur gegenseitigen Verständigung beitragen und daher der Sache selbst nur nützen.

In der Einleitung von Buchanan möchte ich Einiges berichtigen und vervollständigen. Der Grad der mathematischen

---

1) Medical Times and Gazette 1870, March 12, p. 223.

Wahrscheinlichkeit, welchen Professor Seidel aus den Typhus-Zahlen von Buhl und den Grundwasserständen von 1856 bis 1864 in München berechnete, ist nicht, wie Buchanan angibt, 273 zu 1, sondern 36 000 zu 1[1]).

Ferner dürfte noch hervorzuheben sein, dass inzwischen die Untersuchungen von Buhl, welche sich nur auf die Typhustodesfälle im allgemeinen Krankenhause während acht Jahren erstreckt hatten, von mir auf die ganze Stadt München und einen Zeitraum von 12 Jahren[2]) mit ganz gleichem Ergebniss ausgedehnt worden sind. Durch die Vermehrung und Vergrösserung sämmtlicher Zahlen, welche meiner Untersuchung zu Grunde liegen, ist die ohnehin schon sehr grosse und genügende Wahrscheinlichkeit, welche Seidel aus den Zahlen von Buhl berechnete, selbstverständlich noch um ein Vielfaches erhöht worden.

In dieser Abhandlung ist gezeigt worden, dass die drei grösseren Typhusepidemieen, welche München von 1856 bis 1868 gehabt hat, mit der Zeit der drei niedrigsten beobachteten Grundwasserstände zusammenfallen, und selbst in der Art, dass die allergrösste mit dem allertiefsten (1858), die zweit- und dritt-grösste Epidemie (1866 und 1864) mit dem zweit- und dritt-tiefsten Grundwasserstande zeitlich zusammenfällt.

Ebenso deutlich wie die tiefsten haben sich auch die höchsten Grundwasserstände bemerklich gemacht. Seit in München das Grundwasser beobachtet wird (1856), hat sich die allergeringste Typhussterblichkeit in dem Jahre 1867 und die zweit-geringste im Jahre 1861 ergeben, und entsprechend fällt in das Jahr 1867 der höchste Stand des Grundwassers, der beobachtet wurde, und in das Jahr 1861 der zweit-höchste.

Wenn Probe und Gegenprobe in solcher Weise klappen, muss man sehr starke Vorurtheile oder andere überwiegende Gründe haben, um einen kausalen Zusammenhang zwischen zwei so coincidirenden Erscheinungen nicht wahrscheinlich zu finden. Doch das ist auch kein

1) Zeitschrift für Biologie Bd. I. S. 230.

2) Ueber die Schwankungen der Typhussterblichkeit in München von 1850 bis 1867, Zeitschrift für Biologie Bd. IV. S. 1.

Punkt des Streites zwischen Buchanan und mir; denn Buchanan nimmt ja selber an, dass die Untersuchungen von Buhl schon dafür entscheidend sind, dass in München ein Zusammenhang der Bewegungen des Grundwassers mit der Frequenz des Typhus vorhanden sei; er will diesen Zusammenhang nur anders erklären, und zwar durch einen Einfluss der Grundwasserschwankungen auf die Qualität des Trinkwassers.

Buchanan äussert sich erstaunt darüber, dass ich lieber auf noch ganz unbekannte Processe im Boden hinweise, und nicht lieber annehme, dass das Sinken des Grundwassers, welches auch als Trinkwasser dient, dieses verunreinige, und dadurch auf bereits bekannte Art das Entstehen von Cholera und Typhus begünstige: er glaubt sogar, dass die von Buhl und mir vorgebrachten Thatsachen alle nur für den in England so allgemein angenommenen Einfluss sprächen, und stellt die Behauptung auf, dass wir keine Thatsachen beigebracht hätten, welche den Einfluss des Trinkwassers ausschliessen, indem er sagt: „er könne weder in meinen, noch in den Abhandlungen Buhl's einen Beleg finden, dass die in Frage stehenden Coincidenzen in irgend einer Stadt beobachtet worden seien, welche auf porösem Boden liegend ihr Trinkwasser von Quellen ausserhalb der Stadt beziehe."

Dieser Einwurf ist jedenfalls auf diejenige Stadt, in welcher Buhl und ich die Typhusfrequenz und die Grundwasserbewegungen am längsten und genauesten beobachtet haben, auf München, nicht anwendbar. Schon bei der Choleraepidemie 1854 war das Ergebniss einer genauen Untersuchung über den Einfluss verschiedenen Trinkwassers in München ein ganz negatives. Ich habe darüber in meinem kleinen Buche „Verbreitungsart der Cholera", welches 1855 erschienen ist[1]), weitläufig berichtet. Der grösste Theil (4/5) der Stadt liegt auf dem linken Isarufer, und der grösste Theil des Trinkwassers wurde vom höher gelegenen rechten Isarufer zugeleitet, auf dem allerdings die Vorstädte Haidhausen und Giesing liegen. Die Cholera herrschte aber 1854 auf dem linken Isarufer und namentlich in Stadttheilen, welche mit Wasser vom jenseitigen

1) A. a. O. S. 50 bis 61.

Ufer versorgt sind, bereits epidemisch, als am rechten Ufer, woher das Trinkwasser kam, noch kein Fall sich ereignet hatte.

Die königlichen und magistratischen Trinkwasserleitungen in München durchlaufen, wie ich gezeigt habe, sehr verschiedene Strassen und concurriren sehr häufig in ein und denselben Strassen. Die Münchner Wasserversorgung bot daher gerade sehr gute Vergleichspunkte dar. Ich verfolgte nicht nur die Wirkung ein und desselben Trinkwassers in verschiedenen Strassen und Stadttheilen, sondern ich untersuchte damals Haus für Haus, aus welcher Leitung das Trinkwasser bezogen, oder aus welchem Brunnen es geschöpft wurde. Ich glaubte damals ebenso fest an die Möglichkeit eines Einflusses des Trinkwassers, wie Buchanan jetzt noch, aber ich kam in München 1854 gerade so wie Dr. Letheby 1866 in London zu einem ganz negativen Resultate. Ich habe auf diese meine negativen Erfahrungen nicht bloss in meinem Buche, sondern wiederholt aufmerksam gemacht, das letztemal erst im vorigen Jahre in der Zeitschrift für Biologie Bd. V, S. 223, ein Jahr früher im Bd. IV, S. 26.

Seit 1854 kam noch eine andere sehr schlagende Thatsache für den Nichteinfluss des Trinkwassers namentlich auf die Typhus-Frequenz in München zur Beobachtung. Nach der Choleraepidemie von 1854 und der grossen Typhusepidemie von 1857 auf 1858 in München war der Ruf nach mehr und gutem Trinkwasser immer lauter geworden. Der Magistrat erbaute eine Wegstunde oberhalb der Stadt bei Thalkirchen ein neues Trinkwasserwerk, um wesentlich die südlichen, westlichen und nördlichen Stadttheile damit zu versorgen. Die Quellen entströmen — genau wie es Buchanan für den Entscheid seiner Frage verlangt — einem höher und ausserhalb der Stadt gelegenen ganz unbewohnten Areale, sie liefern das reinste Wasser, was man wünschen kann, und München kann sich seines Besitzes gewiss nur freuen. Aber die Thatsachen haben gezeigt, dass auch dieses vortreffliche neue Trinkwasser die Bewohner Münchens ebenso wenig vor Typhus zu schützen vermag, als das alte Trinkwasser ihn verursacht haben kann.

Ich habe mich darüber schon früher in einem kleinen Aufsatze in der Zeitschrift für Biologie Bd. IV, S. 512: „Professor

Dr. Hallier über den Einfluss des Trinkwassers auf den Darmtyphus in München" ausgesprochen. Das neue Trinkwasser wurde im November 1865 dem öffentlichen Gebrauche übergeben; im Winter 1865 auf 1866 entwickelte sich eine sehr heftige und allgemein verbreitete Typhusepidemie in München. Bald nach Einführung des neuen, oberhalb und ganz ausserhalb der Stadt, fern von allen Gebäuden entspringenden Trinkwassers folgte die zweitgrösste Typhusepidemie, welche München im Laufe von 30 Jahren heimgesucht hat. Die Häuser und Strassen, in welchen das neue Wasser im November 1865 sofort in Gebrauch kam, haben während der Epidemie nicht weniger gelitten, als die übrigen Stadttheile, welche ihren früheren Wasserbezug beibehalten hatten, — und beim Ablauf der Epidemie sind nicht blos die mit dem neuen Thalkirchner Wasser versorgten Stadttheile von Typhus wieder frei geworden, sondern gleichmässig und gleichzeitig auch jene Stadttheile, welche nicht die geringste Aenderung in ihrem Wasserbezuge vorgenommen hatten, und dies sind etwa $^2/_3$ der ganzen Stadt, welche ihre alten Bezugsquellen bis zum heutigen Tage unverändert beibehalten haben.

Im Jahre 1867 hatte München so wenig Typhusfälle, dass alle Welt darüber erstaunt war, und es wurde von den Anhängern der Trinkwassertheorie, die auch in Deutschland zahlreich sind, geglaubt und weithin verbreitet, „dass die erstaunliche Abnahme des Typhus in München seit der Einrichtung der neuen Wasserleitung zeige, wie sehr der Satz gerechtfertigt sei, dass der Typhus vom Trinkwasser herrühre. „Die Herren wussten nicht, dass 1860 auf 1861, also vier Jahre vor Einführung des neuen Trinkwassers, München eine ebenso glückliche Zeit wie 1867 verlebt hatte, wo also das Trinkwasser sicherlich n i c h t Ursache gewesen sein konnte! Persönlich hätte ich nicht das Mindeste dagegen, wenn es so wäre, wie die Herren sagten; denn ich selbst habe viel zum Entstehen der neuen Thalkirchner Wasserleitung beigetragen, was der Magistrat München auch dadurch anerkannte, dass er dem neuen Wasserwerk meinen Namen gab; aber ich kann deshalb doch nicht glauben, dass dadurch, dass $^1/_3$ der Einwohner von München Wasser vom „Pettenkofer-Brunnhause" trinkt, nun auch die übrigen $^2/_3$ den

Typhus verloren hätten, welche ihr altes Trinkwasser beibehalten haben.

In den Jahren 1868 und 1869 zeigt sich in München bereits wieder eine Zunahme von Typhus, trotz Thalkirchner Wasser, und ich zweifle nicht; dass wir wieder ebenso schlimmen Zeiten entgegengehen, wie 1865 auf 1866 waren. Buchanan möge selbst entscheiden, ob ich, nach meinen Erfahrungen in München, seiner Ansicht vom Einfluss des Trinkwassers auf das Entstehen und die Verbreitung der Cholera und des Ileotyphus beitreten darf, oder nicht.

Mir ist nur eine einzige Voraussetzung denkbar, unter welcher die Hypothese von Buchanan auf München noch anwendbar wäre, und diese Voraussetzung ist, dass das Grundwasser in München, so weit es Brunnen und Quellen speist, innerhalb und ausserhalb der Stadt überall gleichzeitig einen Infektionsstoff aus dem Boden in sich aufnähme. Diese Voraussetzung findet aber gerade in München, wo die Frequenz und Lokalisation des Typhus seit einer Reihe von Jahren am genauesten beobachtet ist, nicht die geringste Bestätigung. Einzelne Stadttheile Münchens werden zeitweise sehr ungleich vom Typhus befallen, obschon sie aus der nemlichen Röhrenleitung mit Trinkwasser gespeist werden. Im Sommer 1869 hatten wir eine kleine Epidemie, welche wesentlich in den östlichen Stadttheilen links der Isar verlief. Diese Stadttheile beziehen ihr Trinkwasser hauptsächlich vom gegenüber liegenden rechten Ufer, welches aber von der Epidemie trotz des gleichen Trinkwassers verschont blieb. Dieses Trinkwasser vom rechten Isarufer läuft auch in Stadttheilen links der Isar noch weit über den 1869 epidemisch ergriffenen Distrikt hinaus, aber ohne da die Krankheit zu verbreiten.

Es gibt übrigens Fälle, welche noch viel schlagender beweisen, dass der Abdominal-, oder Ileo-Typhus, oder das enterische oder Nervenfieber in Epidemieen auftreten kann, ohne dass auch nur eine entfernte Möglichkeit bestände, dass die Infektion durch Trinkwasser erfolgte. Nicht alle derartigen Fälle sind gegen Einreden gleich sichergestellt. Die besten Fälle werden solche sein, wo Alter und Geschlecht, Lebensweise und Ernährung, Beruf und Be-

schäftigung, Wohnungsverhältnisse u. s. w. einer grössern Anzahl von Menschen möglichst gleichmässig sind. Der schönste Fall der Art, welchen ich kenne, ist der kürzlich in der Zeitschrift für Biologie Bd. VI, S. 1 vom Regimentsarzt Dr. Eugen Buxbaum beschriebene: Der Typhus in der Kaserne zu Neustift bei Freising. Dieser Fall ist durch einen glücklichen Zusammenfluss vieler Umstände zu einem wahren Musterfall geworden, was man in wissenschaftlichen Sammlungen ein seltenes oder Cabinetsstück heisst, oder was John Simon einen „typischen Fall" nennen würde.

Die Kaserne dient für Kavallerie und besteht aus zwei Gebäuden *A* und *B*, die etwa 100 Fuss auseinander stehen, auf gleicher Ebene und scheinbar auf gleichem Boden, an einem reichlich fliessenden Bache, in welchen die Aborte beider Gebäude direkt münden. Im Gebäude *A* liegen zwei Eskadronen, im Gebäude *B* eine Eskadron. Von einer Eskadron sind durchschnittlich 120 bis 130 Mann präsent. Stallungen für Pferde sind nur im Gebäude *B*, keine in *A*. Die Mannschaft der beiden Gebäude nimmt ihr Trink- und Kochwasser aus ein und demselben Brunnen. „Die Bewohner dieser zwei Gebäude sind stets Soldaten eines und desselben Regimentes, stehen daher unter ganz gleichen Verhältnissen. Sie haben gleiche Beschäftigung, gleiche Strapazen, sie haben eine in Qualität und Quantität ganz gleiche Nahrung, sie haben dasselbe Trinkwasser, welches sie aus einem und demselben Brunnen schöpfen, kurz, sie haben Alle — die, welche in *A*, und die, welche in *B* wohnen — eine Gleichmässigkeit der Lebensverhältnisse, wie sie nicht gleichmässiger gedacht werden kann."

Am 2. August 1865 bricht im Gebäude *B*, wo eine Eskadron liegt, der Typhus aus. Bis zum 5. September erkranken 29 Mann an Typhus. „Hiervon gehörten 28 derjenigen Eskadron an, welche in *B* wohnte, nur einer war von den beiden Eskadronen, welche im Gebäude *A* lagen."

Man kann sich denken, wie diese auffallende Begrenzung der Krankheit auf die Bewohner des Gebäudes *B* überraschte. Damals suchte man sich die Thatsache noch dadurch zu erklären, dass

im Gebäude *B* auch die Stallungen für Pferde waren, man nahm an, Stalldunst und Mist habe die Luft verschlechtert. „Das Gebäude *A* hat keine Ställe und daher keine Stalldünste, die Zimmer in demselben sind viel höher und besser zu lüften, und haben, soweit es der Geruchsinn beurtheilen kann, meist reinere und bessere Luft, als die Zimmer in *B*.“ So weit wäre für die herkömmliche Aetiologie des Typhus gesorgt gewesen, nur stand damals schon fest, dass das Trinkwasser nicht beschuldigt werden könnte, da es für die Bewohner *A* und *B* ganz das gleiche war.

Die herkömmlichen Ansichten erlitten nun aber im Jahre 1868 einen tödtlichen Stoss. Vom 4. September 1868 bis 12. Januar 1869 fanden 52 Typhuserkrankungen statt. „Von diesen waren 51 von den beiden Eskadronen, welche im Gebäude *A* lagen, und eine einzige kam aus dem Gebäude *B*, in welchem 1865 die Typhusepidemie geherrscht hatte.“

Dr. Buxbaum hat durch Karten und Pläne, welche er seiner Abhandlung beigegeben hat, den Verlauf der Epidemie so anschaulich gemacht, dass jeder Leser sie gleichsam miterleben kann.

Wir sehen hier zwei sich sehr nahe stehende Gebäude *A* und *B* von einer viel gleichartigern Klasse von Menschen bewohnt, als wir in den verschiedenen Familien antreffen, die gewöhnlich die verschiedenen Stockwerke ein und desselben Hauses bewohnen. Im Jahre 1865 wanderten 22 Proc. der Mannschaft aus dem Gebäude *B* typhuskrank ins Spital, aus dem Gebäude *A* erkrankte damals nur 0,4 Proc. Im Jahre 1868 auf 1869 verhielten sich die Gebäude umgekehrt, da wurden im Gebäude *A* 20 Proc. der Mannschaft typhuskrank und im Gebäude *B* nur 0,8 Proc.

In diesem Falle ist nicht nur das Trinkwasser, sondern noch manches andere ausgeschlossen, was oft noch von Vielen für hinreichend erachtet wird, um eine Typhusepidemie zu erklären; ich will nur auf eines aufmerksam machen. Man sieht hier, wie wenig der Typhus über die inficirte Lokalität hinausreicht oder hinausgetragen werden kann. Sowohl 1865 als 1868 kommt aus dem nicht inficirten Nachbargebäude trotz ungehinderten lebhaftesten Verkehrs zwischen den Bewohnern von *A* und *B* jedesmal nur ein einziger Fall, dessen Infektion wohl wahrscheinlich auf zeitweisen

Aufenthalt in dem inficirten Gebäude bei sehr entwickelter individueller Disposition zurückzuführen ist. Der Abdominaltyphus ist ohne Zweifel ebensowenig direkt ansteckend, wie die Cholera; — es scheint zur Verbreitung von Typhus nicht minder, als zu der von Cholera, neben dem specifischen Keime x auch noch ein Substrat y zu gehören, welch letzteres Ort und Zeit liefern.

Dieser klassische Fall lässt nur einen vom Boden ausgehenden Einfluss anzunehmen übrig. Selbst die oft und viel beliebte Erklärung mit Unterschieden in der individuellen Disposition fällt hier weg; man kann nicht sagen, dass bei den Bewohnern des Gebäudes B 1868 etwa diese gemangelt hätte, weil diese bereits sich in der vorausgegangenen Epidemie von 1865 erschöpft hatte, und die Mannschaft durch eine Art Impfung gleichsam geschützt gewesen wäre, — denn inzwischen waren die Regimenter gewechselt worden, 1865 waren drei Eskadronen Kürassiere, im Jahre 1868 drei Eskadronen Chevaulegers in Neustift kasernirt. Und wenn das auch nicht der Fall gewesen wäre, so wäre nach den Rekrutirungsgesetzen binnen drei Jahren jedenfalls die Hälfte der Mannschaft erneuert worden. Dieser Fall erscheint mir deshalb so wichtig, weil das Auftreten der Epidemie in verschiedenen Jahren und verschiedenen Gebäuden unter einer in allem Uebrigen ganz gleich beschaffenen Anzahl Menschen den meisten Hypothesen so wenig Spielraum lässt und nöthigt, den Ausbruch der Epidemie nur auf Rechnung der örtlichen und zeitlichen Disposition zu setzen.

Man kann versichert sein, dass sowohl vom Arzt als vom Regimentskommando Alles aufgeboten wurde, um zu finden, worin denn der Unterschied zwischen den Gebäuden A und B bestehe, sogar Zimmerböden wurden aufgerissen, aber nirgend der geringste wesentliche Unterschied gefunden. Erst als man in den Boden ging, fand man Unterschiede und zwar sehr augenscheinliche und beträchtliche. Das Gebäude A steht auf einem ganz anders geschichteten Boden, mit sehr verschiedenen Durchfeuchtungs- (Grundwasser-) Verhältnissen, als B. Professor Dr. Holzner hat im Anhange zur Abhandlung von Buxbaum die Resultate dieser Bodenuntersuchung genau angegeben. Nach meiner Ansicht können zwei so verschiedene Bodenschichten trotz ihrer unmittelbaren Nähe

zu ungleichen Zeiten, in verschiedenen Jahren typhusreif werden, und mir ist nicht unwahrscheinlich, dass der Boden von *A* im Jahre 1865 noch zu nass war, als dass der Process, welcher das *y* für den Typhuskeim *x* ins Haus lieferte, hätte vor sich gehen können, während 1868 in *B* es vielleicht zu trocken, überhaupt der Process im Boden bereits abgelaufen war, und alle Bedingungen zu seiner Wiederholung sich noch nicht wieder hergestellt hatten. Um etwas Bestimmteres aussagen zu können, müsste der Rhythmus in der Durchfeuchtung der beiden Stellen *A* und *B* während einer längern Reihe von Jahren ermittelt sein. Solche Beobachtungen würden an der Stelle *A* wegen der vielfachen Schichtung eine sehr complicirte Aufgabe sein.

Man wird jetzt wohl zugeben müssen, dass es heftige epidemische Ausbrüche von Ileotyphus geben kann und wirklich gibt, bei denen jede Veranlassung durch Trinkwasser, Abtritte oder Versitzgruben ausgeschlossen ist, — welche vorläufig nur den Boden als kausales Moment erkennen lassen und zu dessen genaueren Erforschung auffordern. Man wird ferner nicht in Abrede stellen wollen, dass es sich als logisch empfiehlt, diese wie alle Fälle einer specifischen Krankheit auch stets von den gleichen gesetzmässigen Ursachen abhängig zu denken und zu erklären. Wenn nun Fälle, wie die in München und Neustift beobachteten, mit solcher Bestimmtheit auf eine wesentliche Mitwirkung des Bodens mit Ausschluss des Trinkwassers und anderer bisher gebräuchlichen ätiologischen Momente gebieterisch hinweisen, so weiss ich nicht, was Buchanan hindern könnte, die nämliche Aetiologie für das typhoid oder enteric fever auch auf alle Orte Englands anzuwenden, welche Boden und Grundwasser haben. Man wird bei genauer und andauernder Untersuchung der Boden- und Grundwasserverhältnisse allmälig viel grössere und lehrreichere Unterschiede finden, als man bisher bei Untersuchung verschiedenen Trinkwassers gefunden hat, man wird bei ausdauerndem und regelrechtem Suchen zuletzt auch jene wesentlichen Theile des Typhus- und Choleraprocesses finden, die vom Boden und einem gewissen Wechsel seiner Durchfeuchtung abhängen. So lange man aber immer dort sucht, wo diese Theile nicht sind, im Trinkwasser, wird man sie auch nicht finden. —

Durch die Fälle von München und Neustift scheint mir viel bestimmter nachgewiesen zu sein, dass das Trinkwasser keine Rolle dabei gespielt habe, als durch die Fälle von Buchanan nachgewiesen ist, dass Boden und Grundwasser nur durch ihre Wirkung auf das Trinkwasser eine Rolle spielen. In den Beobachtungen, auf welche ich mich stütze, ist der Einfluss des Trinkwassers jedenfalls viel unzweideutiger ausgeschlossen, als er in den Fällen von Buchanan nothwendig bedungen ist. Es ist leicht, meine Theorie auf sämmtliche von Buchanan citirten Fälle anzuwenden.

Buchanan führt den Fall eines Dorfes in Essex an, wo nach einer Ueberschwemmung der Typhus in einem Theile des Dorfes ausbrach und sich gerade auf denjenigen Theil beschränkte, dessen Bewohner ihr Trinkwasser aus einem bestimmten Brunnen, aus dem Gemeindebrunnen, schöpften. Das ist ein typischer, oft wiederkehrender Fall, und Fälle dieser Art bilden die Hauptgrundlage der weit verbreiteten, nach meiner Ueberzeugung aber trotzdem irrigen Meinung vom Einfluss des Trinkwassers. Auch in Deutschland spricht man oft von solchen Typhusbrunnen, in deren Umgebung die Epidemie sich zeigt, und ferner davon, d. i. in der Nähe anderer Brunnen, nicht mehr.

Fragt man sich in dem Falle von Essex, warum nur ein gewisser Theil des Dorfes gerade aus dem Gemeindebrunnen das Trinkwasser holte, so findet man bei Buchanan zwar keine Antwort darauf, aber — per analogiam zu schliessen — wird die Hauptveranlassung dazu wohl auch Grund und Boden, d. h. die räumliche Vertheilung der Wohnhäuser darauf, die Nähe oder Nachbarschaft des Brunnens gewesen sein. Die vom Gemeindebrunnen mit Wasser versorgten Theile des Ortes werden wohl alle in einer ähnlichen örtlichen Lage sich befinden, ähnliche Boden- und Grundwasserverhältnisse haben, welche bei näherer Untersuchung vielleicht ähnlich verschieden von denen anderer, nicht ergriffener Ortstheile wären, wie in Neustift der Grund des Gebäudes *A* von dem des Gebäudes *B*. Buchanan kann sagen, in seinem Falle sei kein derartiger Unterschied nachgewiesen. Das bestreite ich nicht, — aber ich bin überzeugt, dass er nachweisbar wäre, dass Boden- und

Grundwasserverhältnisse der immunen und ergriffenen Ortstheile bei genauer und tiefer eingehender Untersuchung viel grössere und bestimmtere Unterschiede zeigen würden, als das Trinkwasser. Man fand auch in Neustift erst einen Unterschied zwischen dem Boden von *A* und *B*, als man darnach suchte, denn die Oberfläche war mit einem und demselben Kiese planirt.

Dass der Typhus sich oft um einzelne Brunnen mit besonders schlechtem Wasser häuft und concentrirt, rechtfertigt noch nicht den Schluss, dass der Genuss ihres Wassers die Erkrankungen verursache. Es fehlt der Nachweis, dass es der Genuss des Wassers und nicht der dem Brunnen benachbarte Boden ist, welcher die epidemische Entwickelung eines Krankheitskeimes bedingt. Die Qualität des Wassers geht nicht vom Brunnen allein oder an und für sich aus, sondern wird vielmehr von seiner Umgebung, vom Boden beeinflusst. Das Wasser wird in der Regel nicht im Brunnen, sondern im Boden auf dem Wege zum Brunnen verunreinigt. Ein imprägnirter Boden kann an einer Stelle, in einer Schicht durch ihn hindurchgehendes Wasser mit allerlei Stoffen verunreinigen, die keinen Typhus erzeugen, während an anderen Stellen, in anderen Schichten, die von dem Wasser, was nach dem Brunnen fliesst, gar nicht berührt werden, ganz andere Processe vor sich gehen, welche Produkte liefern, welche nicht ins Wasser, sondern vielmehr in die Luft im Boden, und von da in die Luft der Wohnungen übergehen, wie es in Neustift der Fall gewesen sein musste. Wenn das nun gar Processe wären, denen eine grössere Menge Wasser in einer Bodenschicht feindlich wäre — wie es die Boden- und Grundwassertheorie gerade beim Typhus annehmen muss —, so würde dieser Process gerade in den Bodenschichten, welche dem Grundwasserspiegel zunächst liegen, regelmässig nicht vor sich gehen und daher das Wasser der Brunnen davon frei bleiben. Brunnen mit unreinem Wasser sind für mich nur Anzeichen des unreinen Bodens ihrer Umgebung, und wenn ein solcher Boden zeitweise Typhus producirt, so ist damit noch nicht erwiesen, dass die Schädlichkeit vom Wasser des Brunnens ausgeht, oder in jenem Theile des Bodens entsteht, durch welchen das Wasser nach dem Brunnen gelangt. Da es einmal thatsächlich nachgewiesen ist, dass

es Fälle gibt, wo die vom Boden ausgehende Schädlichkeit ohne irgend eine denkbare Vermittelung durch das Trinkwasser doch in reichlichem Maasse zu den Menschen gelangen kann, so muss man sehr vorsichtig sein, zu behaupten, dass das Trinkwasser der gewöhnliche oder gar der einzige Weg sei. Bis jetzt mangelt jeder Beweis, dass bloss durch eine bestimmte Qualität des Trinkwassers Typhusepidemieen hervorgerufen werden können, bei denen der Einfluss des Bodens in ähnlich bestimmter und unzweideutiger Weise ausgeschlossen wäre, wie bei den Epidemien in Neustift der Einfluss des Trinkwassers.

Die Anwendung der Trinkwasserhypothese auf den Typhus leidet noch an einem andern grossen Gebrechen; es ist in der Regel nur constatirt, dass das Wasser zur Zeit einer Epidemie schlecht war, aber nicht, dass das Wasser vor Ausbruch oder nach Ablauf einer Epidemie sich geändert hatte. In München, wo der Wechsel der Rückstandsmenge der Brunnenwässer seit einiger Zeit durch Beobachtungen verfolgt wird, hat sich kein Anhaltspunkt ergeben, um den Schluss daran zu knüpfen, die Zusammensetzung des Trinkwassers zeige Schwankungen, welche der Frequenz des Typhus entsprechen. Es liesse sich gewiss bei solchen Typhusbrunnen stets das Nämliche nachweisen, was ich bei dem Cholarabrunnen in Altenburg[1]) nachgewiesen habe, dass auch eine Anzahl von Familien da gleichzeitig das Trinkwasser holt, ohne dass nur ein einziges Glied derselben erkrankt, wenn diese Menschen auf einem andern Boden wohnen.

Man wird mir einwerfen, es seien aber doch viele Fälle von lokalen Epidemieen bekannt, wo man solche Typhusbrunnen polizeilich geschlossen, und die Epidemie bald darnach aufgehört habe. Das habe ich immer schon für ein sehr schwaches Argument gehalten, denn diesen Fällen stand stets eine viel grössere Anzahl von Fällen gegenüber, wo die Krankheit ebenso bald aufgehört hat, ohne dass man die Brunnen schloss. Man giebt sich da leicht ebenso grossen Täuschungen über die Ursachen des Endes wie über die Ursachen des Anfangs der Epidemieen hin. Hätte man

1) Zeitschrift für Biologie Bd. II. S. 87.

z. B. 1865 in Neustift den Brunnen geschlossen oder überhaupt das Trinkwasser geändert, als die Krankheit im Gebäude *B* epidemisch geworden war, so hätte man vielleicht auch in diesem Falle geglaubt, die Epidemie in *B* dadurch coupirt zu haben, oder das Gebäude *A* sei deshalb verschont geblieben, weil man noch rechtzeitig den Brunnen geschlossen habe. Das wäre wohl ein oft gemachter Trugschluss, aber kein Beweis für den Einfluss des Trinkwassers gewesen.

Seinen Hauptbeweis gegen den Einfluss der Grundwasserschwankungen auf noch näher zu erforschende Processe im Boden, wie ich sie voraussetze und einstweilen annehme, nimmt Buchanan aus seiner mit Recht hoch geschätzten Arbeit über den Einfluss der Wasserversorgung und Kanalisirung in 25 englischen Städten, welche Arbeit John Simon in seinen klassischen Jahresberichten veröffentlicht hat. Er scheidet sieben Städte aus, in welchen die Kanalisirung zugleich dazu diente, Grundwasser abzuleiten oder tiefer zu legen. Er giebt an, zu welcher Zeit in diesen Städten Trinkwasser von ausserhalb der Stadt liegenden Bezugsquellen eingeführt wurde, wann die Kanalisirungsarbeiten begannen und wie lange sie dauerten, dann wie gross die Typhusfrequenz vor Beginn dieser Arbeiten war, und wie gross während der Dauer derselben. Buchanan glaubt nun, wenn meine Ansichten von der Wirkung der Grundwasserbewegungen richtig wären, so hätte sich in allen sieben Städten während der Dauer der Arbeiten, also während der Zeit des Sinkens des Grundwassers, die Typhusfrequenz entsprechend steigern müssen, während sie aber thatsächlich in allen, in einigen sogar bedeutend sank. Daraus schliesst nun Buchanan, dass das Sinken des Grundwassers nur in Orten wie München die Typhusfrequenz steigere, wo das Grundwasser der Stadt zugleich als Trinkwasser diene, und nicht reines Trinkwasser von aussen zugeleitet werde.

Dass diese Voraussetzung Buchanan's, soweit sie das Trinkwasser betrifft, für München irrig und nicht anwendbar ist, habe ich bereits nachgewiesen. Es ist mir aber in der That sehr erwünscht, dass Buchanan gerade diesen Punkt, die Tieferlegung des Grundwassers durch Kanalisirung, zur Sprache bringt;

er giebt mir Veranlassung, von dem ungleichen ätiologischen Werth verschiedener Ursachen zu sprechen, welche Grundwasserschwankungen hervorrufen, und vielleicht gelingt es mir, bei dieser Gelegenheit den Rest von Missverständnissen zu beseitigen.

Schon Seidel hat in seiner „Vergleichung der Schwankungen der Regenmenge mit den Schwankungen in der Häufigkeit des Typhus in München" ausgesprochen[1]), „dass die Beobachtung der Grundwasserschwankungen Bedeutung für uns nicht wegen einer unmittelbaren Wirkung aus der Tiefe des Grundwassers herauf gewinnt, sondern darum, weil sie zugleich ein Maass abgiebt für die Contribuenten des Feuchtigkeitsgehaltes der höheren Bodenschichten."

Ich habe erst wieder im Bd. V, S. 179 bis 191, dann S. 209 bis 213 der Zeitschrift für Biologie wiederholt angegeben, was für mich Grundwasser und der Stand desselben bedeutet — für mich bezeichnet der Stand des Grundwasserspiegels bekanntlich nichts, als: die Grenze jenes Grades von Feuchtigkeit in einer porösen Bodenschicht, bei dem die Poren dauernd ganz mit Wasser erfüllt sind und alle Luft ausgetrieben ist. Zwischen diesem Grade und absoluter Trockenheit einer porösen Bodenschicht liegen nun alle jene Zwischenstufen, wo die Poren theils mit Luft und theils mit Wasser in wechselnden Mengen erfüllt sind, die man alle zusammen mit feucht oder nass bezeichnet. Der vollständige Abschluss der Poren mit Wasser ist der Beobachtung leicht und sicher zugänglich, ich habe daher den Stand des Grundwassers mir als einen deutlich sichtbaren Zeiger oder Index für den zeitlichen Rhythmus in der Aufeinanderfolge und Dauer gewisser Befeuchtungszustände einer über dem Grundwasser liegenden porösen, wasserdurchlässigen Bodenschicht erwählt. Ob dieser Zeiger nun einige Fuss näher oder ferner der Oberfläche hin und her geht, ändert nichts am Werth seiner Angabe, welcher ja nur darin besteht, dass er den Wechsel der Durchfeuchtung der darüber liegenden Schichten durch die natürlichen Einflüsse Regen, sonstige Bewässerung und Verdunstung anzeigt. Nur insofern der Stand und Wechsel des

1) Zeitschrift für Biologie Bd. II. S. 174.

Grundwasserspiegels abhängt von diesen Haupteinflüssen auf den Wechsel des Grades, in welchem Luft und Wasser sich in den Besitz der Poren eines imprägnirten Bodens theilen, haben die Schwankungen eine ätiologische Bedeutung, sonst aber keine. In München lässt sich kein Unterschied in der Frequenz des Typhus an verschiedenen Stellen nachweisen, je nachdem das Grundwasser durchschnittlich 20 Fuss (Landwehrstrasse, Sonnenstrasse etc.) oder 17 Fuss (Türkenstrasse, Schellingstrasse) oder 14 Fuss (Karlsstrasse) unter der Oberfläche des Bodens steht, und da auf und ab geht. Bei der Gleichmässigkeit der Bodenbeschaffenheit Münchens würde es für die Typhusfrequenz der Karlsstrasse gewiss ohne alle Bedeutung sein, wenn der Grundwasserspiegel anstatt 14 Fuss 17 oder 20 Fuss unter der Oberfläche liegen und da die Wirkung des Regens und der Verdunstung und der anderen Ursachen des Wechsels in der Durchfeuchtung der darüber liegenden Schichten anzeigen würde. Man könnte daher durch Drainiren das Grundwasser in der Karlsstrasse um 3 oder selbst 6 Fuss tiefer legen, ohne in der Frequenz des Typhus wesentlich etwas zu verändern, ja wenn das Tieferlegen nicht mit trocknen, sondern mit nassen Jahren zusammenfiele, müsste die Typhusfrequenz sogar abnehmen.

An und für sich, isolirt betrachtet ist der Grundwasserstand so bedeutungslos, wie der Zeiger und das Zifferblatt einer Uhr getrennt von dem Uhrwerke, zu dem sie gehören. Wenn der Zeiger nicht mehr den regelmässigen Gang eines Uhrwerks anzeigt, sondern beliebig mit der Hand hin und her gedreht wird, so verlieren seine Angaben allen Werth. Wenn ich den Zeiger einer Uhr Morgens schon auf Mittag stelle, so darf ich nicht erwarten, dass sich auch die Sonne danach richten wird, deren Gang sonst das Uhrwerk richtig nachgeahmt hat, oder dass das Uhrwerk in dem Maasse schneller gehen müsste, als ich den Zeiger vorrücke. So haben in den sieben Städten, welche Buchanan anführt, die Ingenieure durch Erbauung der Kanäle den Zeiger der Münchner Typhusuhr allerdings auf Typhus gestellt, aber die Krankheit braucht sich ebensowenig darnach zu richten, als die Sonne am Firmament nach der Uhr, oder der Pendelschlag einer Uhr nach den verschiedenen Stellungen, die man dem Zeiger gibt.

Ich gebe gern den alten Satz zu, dass jedes Gleichniss hinkt, und so auch dieses, aber es bezeichnet sehr genau den Punkt, um den sich der Streit zwischen den Anhängern und Gegnern der Grundwassertheorie dreht. Es gibt verschiedene Ursachen, welche den Grundwasserspiegel als Zeiger vor- und rückwärts schieben und dadurch zu falschen Annahmen verleiten; es gibt Ursachen, welche den Grundwasserspiegel im Boden erhöhen und erniedrigen können, ohne deshalb einen wesentlichen Einfluss auf den Gang der Durchfeuchtung der darüberliegenden Schichten zu haben. — Solche Einflüsse möchte ich mit Störungen vergleichen, welche gewisse Uhrwerke in ihrem Gange erleiden, trotzdem dass die Pendellänge unverändert bleibt, mit Störungen, in deren Folge nicht jede Uhr gleich gut geht und gleich richtig zeigt. Die Münchner Typhusuhr, auf welche Buhl zuerst hingewiesen hat, geht jetzt aber schon seit 15 Jahren in der Hauptsache richtig, sie geht nur in Folge von noch näher zu erkennenden Störungen manchmal etwas zu früh oder zu spät. Diesen Winter (1869 auf 1870) wurde gleich den sieben englischen Städten auch in einem Theile von München für einige Monate der Zeiger verrückt, mit demselben Erfolge wie in England. Das Thal und ein Theil der Isarvorstadt wurde kanalisirt, und aus dieser Veranlassung der aufgestaute Theil des Isarflusses westlich von der Praterinsel nach dem tiefer gelegenen östlichen Flussbette abgeleitet. In dem Theile der Stadt, dessen Grundwasserspiegel innerhalb der gewöhnilchen Stauhöhe des Flusses liegt, sank das Grundwasser um mehr als einen Meter in kurzer Zeit, aber ohne dass sich eine Typhusepidemie entwickelte, und als nach einigen Monaten der Fluss wieder in seinem gewöhnlichen Rinnsal auf seine gewöhnliche Höhe gestaut wurde, stieg das Grundwasser des genannten Stadttheils auch wieder bis zur gewöhnlichen Höhe. Solche Schwankungen des Grundwasserspiegels haben aber bei der Beschaffenheit des Münchner Bodens und zu dieser Jahreszeit sicherlich kaum Einfluss auf den Grad der Durchfeuchtung der darüber liegenden Schichten.

Wie sehr der Stand des Grundwasserspiegels nur dem Zeiger und die Durchfeuchtung des Bodens von München dem Triebwerk einer Uhr zu vergleichen ist, geht aus der klassischen Arbeit von

L. Seidel über den Einfluss der monatlichen Niederschläge auf die monatliche Typhusfrequenz in München hervor[1]), aus welcher die Sätze 6 bis 11 in meiner Abhandlung Boden und Grundwasser[2]) entnommen sind, welche Sätze und deren Begründung in der Abhandlung Seidel's ich Jedem dringlich zu genauem Studium empfehle, der im Sinne hat, sich mit der Grundwassertheorie zu befassen, in der Absicht, sie zu widerlegen oder zu bestätigen.

Der Stand des Grundwassers hängt allerdings nicht unter allen Umständen immer nur so lose mit dem Grad der Bodendurchfeuchtung und sein Schwanken mit ihrem Wechsel zusammen, wie der Zeiger mit einem Uhrwerk; bis zu einem gewissen Grade ist das Grundwasser zugleich auch Quelle für Durchfeuchtung darüber liegender Schichten, und kann den Regen bis zu gewissen Graden ersetzen. In diesen Fällen ist aber die Bodenbeschaffenheit sehr entscheidend und verhalten sich Sand, Lehm und Geröll sehr verschieden, ebenso verschiedene Mischungen aus diesen drei Bodenarten. Verschiedene Bodenarten verhalten sich nicht nur gegen Wasser sehr verschieden, sondern auch gegen die mit dem Wasser eindringenden organischen Stoffe, wofür ich in meinem Gutachten über das Sielsystem in München[3]) zwei lehrreiche Beispiele aus München und Erlangen angeführt habe, aus denen hervorgeht, dass der Boden von Erlangen die Zerstörung oder gänzliche Verwesung viel mehr als der Münchner Boden begünstigt. Ueber den Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf organische Processe im Boden lässt sich vorläufig noch sehr wenig, aber auch nichts Absprechendes sagen, denn diese Untersuchungen zeigen erst schwache Anfänge und sind bisher noch wenig fortgeschritten. Ich habe schon oft davor gewarnt, die durch mich wesentlich in München unter bestimmten gegebenen örtlichen Verhältnissen gemachten Beobachtungen ohne Weiteres schablonenartig auf alle anderen Orte mit ganz anderen Verhältnissen zu übertragen, und wenn es sofort nicht klappt, die in München gemachten Beobachtungen sammt

---

1) S. Zeitschrift für Biologie Bd. II. S. 145.

2) S. Zeitschrift für Biologie Bd. V. S. 307 bis 309.

3) Das Kanal- oder Sielsystem in München, Herm. Manz 1869, S. 20.

den daraus gezogenen Schlüssen für ungültig zu halten, anstatt sich Mühe zu geben, herauszufinden, was den Mangel an Uebereinstimmung bedingt, die Beobachtungen fortzusetzen und zu vervollständigen. Es wird Orte geben, wo mit den Grundwasserständen allein wenig anzufangen sein wird, und überall muss man die Regenmengen, die in einer Reihe von Jahren in den einzelnen Monaten fallen, mit zu Rathe ziehen. Nicht überall sind die Boden- und Drainageverhältnisse wie in München, dass der Grundwasserspiegel so sichere Angaben über Menge und Wechsel der Feuchtigkeit des Bodens macht, viel sicherer, als der Regen.

Wenn Buchanan in Cardiff z. B., wo die Typhusmortalität während der dreijährigen Dauer der Kanalisirungsarbeiten von $17^1/_2$ auf $4^1/_2$ pro 10,000 Einwohner sank, überall genau auf seine Bodenverhältnisse von der Oberfläche bis zum Spiegel des Grundwassers untersuchen und — wie es in München nun geschehen ist — 15 Jahre lang auch die wechselnde Frequenz des Typhus und den wechselnden Stand des Grundwassers vergleichen würde — mit Berücksichtigung so willkürlicher Verrückungen des Zeigers, wie ihn die Kanalisirung hervorgebracht hat —, dann würde er vielleicht mit München übereinstimmende Resultate erhalten, und jedenfalls wird es ihm unmöglich werden, die Schwankungen der Typhusfrequenz von Schwankungen in der Qualität des Trinkwassers abzuleiten. —

So wenig ich den Einwurf Buchanan's bezüglich der sieben Städte begründet finde, ebenso wenig kann ich seiner Erklärung beitreten, weshalb in zwei anderen Städten, in Croydon und Worthing, auf die Kanalisirung eine Steigerung der Typhusfrequenz folgte. Die Ursache dieser Steigerung soll gewesen sein, dass in diesen beiden vorher ebenso, wie die sieben übrigen Städte, mit reinem Trinkwasser versehenen, vor Ausbruch der Epidemie Kloakengase in die Häuser drangen. Auch ich halte die menschlichen Exkremente für eine Schädlichkeit, welche man sorgfältig entfernen soll, weil sie das Entstehen von Typhus begünstigen können, — aber nicht dadurch, dass sie sich in Gruben oder Kloaken zersetzen und üblen Geruch verbreiten, sondern dadurch, dass sie in den Boden eindringen, dass sie einen auch sonst für Typhus geeigneten

Boden düngen. Wenn man da, wo die Abtritte stinken, immer Typhus haben müsste, so könnten die Epidemien nie ein Ende nehmen. Mir ist unbegreiflich, wie man von einem an vielen Orten so constanten Einflusse die grossen Wechsel in der Typhusfrequenz direkt ableiten kann. München hat englischen Städten gegenüber so mangelhafte Abtritteinrichtungen, dass Buchanan den Typhus aus dieser Quelle viel leichter für München als für Croydon und Worthing ableiten könnte, und da in München stets einige Typhusfälle vorkommen, also immer Samen vorhanden ist, so müsste die Krankheit immer gleichmässig fortgehen. Aber wir hatten im Jahre 1867 im ganzen Jahre nur 96 Todesfälle an Typhus (6 pro 10,000 Einwohner) und wesentlich keine anderen Abtritte und Kanäle als 1858, wo wir im einzigen Monat Januar 97 und im ganzen Jahre 535 Typhustodesfälle (d. i. 39 pro 10,000 Einwohner) hatten.

Eine höchst lehrreiche Untersuchung hat in neuester Zeit Bataillonsarzt Dr. Port über das Vorkommen des Typhus in den verschiedenen 23 Garnisonen des Königreichs Bayern durchgeführt. Die Soldaten und ihre Lebensweise und die Kasernen und die Abtritte in diesen gleichen sich im ganzen Lande sehr, und doch ist zwischen den einzelnen Garnisonsorten ein solcher Unterschied, dass in einem Zeitraume von zehn Jahren in einer Garnison 10 pro mille, in anderen von 10 abwärts bis 0 an Typhus gestorben sind.[1]) Wer könnte da noch so gläubig sein und die „Typhusfrequenz" von Kloakengasen abhängig denken!

Ich bin übrigens überzeugt, dass die von Buchanan in Worthing angeschuldigte Luft, welche durch die seichten Wasserschlüsse der Klosets während eines heftigen Regens eindrang, und von der eigens als etwas Auffallendes erwähnt wurde, dass sie kaum gerochen habe, gar nicht aus dem Kanale kam, sondern aus der Dachrinne. Der durch die Dachrinne heftig strömende Regen reisst viel Luft mit und comprimirt sie wie ein Wassertrommelgebläse (wie es Bunsen in neuerer Zeit jetzt auch in den chemischen Laboratorien

1) Der Veröffentlichung der Arbeit von Dr. Port stehen leider im Augenblicke noch amtliche Hindernisse im Wege, die aber vielleicht zu beseitigen sind, was im Interesse der Wissenschaft sehr zu wünschen wäre.

statt der Blasbälge eingeführt hat), und da in Worthing die Einrichtung getroffen war, dass das Rohr vom Kloset und das Rohr von der Dachrinne sich in eines vereinigten, was nach dem „Sewer" führte, so wurde die Luft, welche der heftige Regen in der Dachrinne mitnahm, durch den Wasserschluss theilweise in den Abtritt gepresst. Das erklärt auch, warum die Luft nicht gestunken hat.

Buchanan versucht schliesslich eine Interpretation der Untersuchungen Wagner's über die Zu- und Abnahme der Rückstandsmenge aus verschiedenen Brunnen Münchens bei steigendem und fallendem Grundwasser, der ich gleichfalls nicht beitreten kann. Buchanan glaubt nämlich trotzdem, dass Wagner's Untersuchungen ergeben, dass bei steigendem und hohem Grundwasserstande die Brunnen mehr und bei fallendem und tiefem Stande weniger Rückstand geben, doch annehmen zu dürfen, dass bei sinkendem Grundwasser das Trinkwasser in den Brunnen doch unreiner sei. Die Arbeit Wagner's wird jetzt von meinem gegenwärtigen Assistenten L. Aubry fortgeführt und liefert noch immer die gleichen Resultate. Ich muss daher Buchanan vorläufig noch widersprechen, würde ihm aber sehr dankbar sein, wenn er mir angäbe, wie ich die Untersuchungen einzurichten habe, um eine Verschlechterung des Trinkwassers in München bei sinkendem Grundwasserstande nachzuweisen.

So sehr sich unsere theoretischen Anschauungen über die Wirkungen von Trinkwasser und Kanalisirung widersprechen, so vollständig und gern stimme ich mit Buchanan überein, was den Werth guten Trinkwassers und guter Kanalisation für die praktische Hygiene überhaupt betrifft. Wasser, Luft und Boden in unseren Wohnungen möglichst rein zu erhalten, hat, abgesehen von einzelnen specifischen Krankheiten, einen leicht verständlichen allgemeinen Werth, der unsere Gesundheit im Kampfe mit jeder Krankheit stärkt, und diesen Werth müssen wir höher anschlagen, als wenn uns reines Trinkwasser nur gegen ein paar zeitweise auftretende specifische Infektionen sicherstellen würde. Reichliche Wasserzufuhr und gute Kanalisirung regeln überdies selber die Grundwasserverhältnisse eines Ortes, müssen sie bis zu einem gewissen Grade gleichmässiger machen, lassen es zu keinen so grossen Unterchieden und

Schwankungen mehr kommen, beschränken die Imprägnirung des Bodens u. s. w.

Die Trinkwasserhypothese in ihrer direkten Anwendung auf Cholera ist auch in England schon im Jahre 1866 durch den Verlauf der Cholera in manchen Orten sehr wankend geworden, Letheby hat ihr durch seine Nachweise über den Verlauf der Cholera in Ostlondon eine unheilbare Wunde beigebracht[1]). Ich habe die Trinkwasserfrage stets mit grosser Aufmerksamkeit verfolgt, bin ihr nirgends aus dem Wege gegangen, habe ihr immer fest ins Antlitz geblickt, konnte aber bezüglich meiner Fragen über ihren Zusammenhang mit Cholera und Typhus noch nie eine unzweideutige Antwort erhalten. Von allen denkbaren Möglichkeiten ist mir nur eine, und auch diese als sehr zweifelhaft übrig geblieben: gleichwie die Menschen Keime verbreiten, die noch nicht inficirend wirken, welche sich aber bei gegebenen örtlichen und zeitlichen Bedingungen an Ort und Stelle zu einem Infektionsstoffe entwickeln, so könnten die Wasserleitungen die Rolle des menschlichen Verkehrs übernehmen, so dass nicht nöthig wäre, dass der Keim durch Personen ins Haus gebracht würde, er könnte auch mit dem Wasser gelaufen kommen. Auch in diesem Falle würde der Keim immer erst noch des Bodens oder eines Produktes des Bodens bedürfen, um sich zum „Infektionsstoffe" zu entwickeln und „Epidemieen" zu verursachen. Aber auch diese Ansicht ist durch den Verlauf der letzten Choleraepidemie 1866 in London sehr unwahrscheinlich geworden, da, wie ich früher schon einmal sagte[2]), „ebenso grosse Distrikte, welche dieses momentan verunreinigte Wasser empfingen, frei geblieben als ergriffen worden sind, und weil auch andere Stadttheile, welche anderes Wasser bezogen (z. B. von der New River Company und aus einem artesischen Brunnen), aber im örtlichen Choleragebiet lagen, auf das Heftigste ergriffen worden sind." Buchanan bemerkt: „Jeder, der Pettenkofer's Bericht über die Cholera in Malta und Gibraltar liest, wird die sorgfältige Erwähnung der Höhe des Wassers in den Brunnen

---

1) Siehe Zeitschrift für Biologie Bd. V. S. 219.

2) Siehe Zeitschrift für Biologie Bd. V. S. 233.

bemerken; aber er wird erstaunt sein über die Abwesenheit jeder Erwähnung der Qualität des Wassers, soweit es Trinkwasser ist.“ Dieser Vorwurf ist ungerecht. Ich habe in der Zeitschrift für Biologie Bd. VI, S. 102 bis 104, die Qualität des Trinkwassers von Gibraltar sehr deutlich erwähnt, sogar vier Analysen mitgetheilt, bin aber S. 108 zu dem negativen Schlusse gekommen: „Man hat deshalb auch noch nie den Versuch gemacht, die Choleraverbreitung in Gibraltar aus dem Trinkwasser zu erklären.“ Im darauf folgenden Hefte S. 153 bis 155, ebenso S. 165 und 179 habe ich von dem Trinkwasser von Malta ausführlich gesprochen. Dank der freundlichen Aufnahme und Unterstützung, welche mir bei meinem Besuche in Malta und Gibraltar Seitens der englischen Behörden zu Theil wurde, und Dank den lehrreichen Berichten von Dr. Sutherland, die ich vorfand, habe ich mich über den Wasserbezug dieser beiden englischen Mittelmeerstationen genau informirt, ober ohne den mindesten Anhaltspunkt zu finden, den Verlauf der dortigen Choleraepidemieen aus dem Trinkwasser zu erklären, so dass ich auch in Bezug auf Malta S. 165, mich auf die Angaben und Analysen im Berichte von Sutherland stützend, sagen musste: „Das ist wieder einer jener immer häufiger zur Beobachtung kommenden Fälle, wo beim reinsten Trinkwasser die heftigsten Choleraausbrüche erfolgen“, und S. 179: „In Malta ist namentlich die Trinkwasserhypothese gar keiner Anwendung fähig.“ Ich zweifle, dass es einem Andern besser als mir gelingen würde, einen Einfluss des Trinkwassers auf die Choleraepidemieen in Malta und Gibraltar zu entdecken.

Es ist hohe Zeit, die von der Oertlichkeit ausgehenden Theile des Typhus- und Choleraprocesses wo anders als in unreinem Trinkwasser zu suchen. Wie wenig für diese und manche andere specifische Krankheiten sowohl der Menschen als der Thiere unreines, selbst mit Exkrementen verunreinigtes Trinkwasser die Quelle sein kann, darüber erlaube ich mir zum Schluss eine Stelle aus dem Berichte von Buxbaum über den Typhus in den Kasernen zu Neustift bei Freising[1]) wörtlich zum Abdruck zu bringen:

---

1) Siehe Zeitschrift für Biologie Bd. VI. S. 22.

„Ich habe fast 10 Jahre in einer Gegend prakticirt, in welcher das Trinkwasser allen Umständen nach, ohne dass ich es wohl durch Analysen begründen kann, stets sehr verunreinigt sein muss. Es ist das die Gegend um Eichstätt, welche in Folge ihrer geognostischen Verhältnisse höchst wasserarm ist. Am meisten ist das auf dem nördlich von Eichstätt gelegenen Höhenzuge der Fall. Dieser, wie die ganze dortige Gegend, vom weissen Jura gebildet, dehnt sich viele Stunden als eine wellenförmige Hochebene aus, auf der weder Bach noch Quelle zu finden. Denn da die Ackerkrume bald mehr, bald weniger tief unmittelbar auf Kalkgestein, entweder Kalkschiefer, Dolomit oder Kalkfelsen, aufliegt, so verschwinden die atmosphärischen Niederschläge hier spurlos durch die zahllosen Klüfte dieser Kalkgesteine in die Tiefe, um dann in einem nahen oder fernern Thale als ständige oder periodische Quelle wieder an den Tag zu treten. Man sieht auf diesem Plateau auch zahlreiche trichterförmige Vertiefungen mitten in den Aeckern oder im Walde, welche, an einem relativ tiefern Punkte gelegen, alles Regenwasser von ihrer Umgebung sammeln und dasselbe sprudelnd in die Tiefe führen. Es gibt daher in dieser Gegend nicht nur keine Quellen und Bäche, sondern auch keine Brunnen. Manchmal ist in einer Mulde etwas Thon eingeschwemmt und hat eine undurchlassende Schicht gebildet. Hier findet man dann einen Brunnen mit ein Paar Schuh Wasser, der meist im Privatbesitz und mit einem Schlosse versperrt ist, um seine geringe Quantität Wasser dem Besitzer oder den Berechtigten zu erhalten. Diese wenigen Fälle abgerechnet, müssen alle Bewohner ihr Wasser sich dadurch verschaffen, dass sie das Regenwasser von den Dachrinnen in Cisternen sammeln.

In einer Geschichte der Stadt und des Bezirksamts Eichstätt vom Distrikts-Schulinspektor und Pfarrer Hotter in Wachenzell heisst es in dieser Beziehung S. 128: „„Die Bewohner sind an das Himmelswasser, an die Dachtraufe angewiesen, was man Spatzenwasser nennt, weil die frechen Spatzen auch sich die Freiheit nehmen, aus der Dachrinne zu trinken. Uebrigens ist dieses Wasser, wenn zuweilen Salz und Asche in den Brunnen geworfen wird, schmackhaft und jedenfalls gesunder als ein anderes, das Salpeter oder Schwefel oder Eisen führt.““

Man sieht, der Verfasser gibt hier die Meinung der dortigen Bewohner wieder, welche ihr Spatzenwasser für gesunder halten als das der gewöhnlichen Quellen. Weil sie nämlich seit langer Zeit beobachtet haben, dass sie vielen Krankheiten nicht ausgesetzt sind, welchen die Bewohner anderer Gegenden unterliegen, so haben sie mit demselben Rechte, mit welchem diese glauben, den Krankheitsstoff in ihrem Trinkwasser zu bekommen, die Meinung gefasst, dass sie aus ihren Cisternen die Gesundheit schöpfen.

Dass dieses Spatzenwasser aber nicht arm an organischen Stoffen sein kann, ist ohne genaue Analyse anzunehmen. Denn Regenwasser, von den Dachrinnen in seicht gegrabenen Cisternen gesammelt, und hier oft in trockenen Sommern oder kalten Wintern Monate lang aufgespeichert, muss wohl reich an organischen Stoffen werden. Es wimmelt auch gewöhnlich von allerlei kleinen, schon dem blossen Auge sichtbaren Thieren, und muss auch deswegen öfters mit Salz und Asche vermischt werden, um das Uebermaass des organischen Lebens etwas zu mindern. Und doch wird nicht leicht eine Gegend mehr von jenen sogenannten Infektionskrankheiten verschont sein, als jener Höhenrücken. Ich habe während einer zehnjährigen Praxis dort ausser katarrhalisch-rheumatischen und entzündlichen Krankheiten keine akuten Erkrankungen, nie einen Typhusfall beobachtet. Das Wechselfieber, welches ich in den Jahren 1856 bis 59 bei den Bewohnern im Altmühlthal selbst sehr häufig zu behandeln kam, habe ich auf jenem Plateau nie gesehen. Das merkwürdigste Beispiel aber von der Unschädlichkeit des Genusses eines an organischen Stoffen reichen Trinkwassers ist das sogenannte Schwarzwasser, welches in der erwähnten Gegend dem Vieh, namentlich dem Hornvieh, gereicht wird, um das Spatzenwasser zum Gebrauch für den Menschen zu sparen. Dieses Schwarzwasser wird dadurch gewonnen, dass an einer oder an mehreren tiefer gelegenen Stellen des Dorfes das Regenwasser, welches überall hin von Wegen, Miststätten und dergleichen zusammenströmt, gesammelt wird. Hier auf diesem künstlichen, schwarzen See tummeln sich dann das ganze Jahr die Enten und Gänse des Dorfes, wälzen und baden sich die Schweine, und werden die Thiere zur Tränke gebracht. Die Herren Professoren Dr. Holzner und Dr. Lintner

hatten die Güte, die Probe eines solchen Wassers einer mikroskopischen, beziehungsweise chemischen Untersuchung zu unterwerfen, und das Resultat derselben meinem Berichte nachfolgend bekannt zu geben. Die Wasserprobe selbst erhielt ich auf meine Bitte vom Herrn Distrikts-Schulinspektor und kgl. Pfarrer Hotter in Wáchenzell, der mir hierzu Nachfolgendes brieflich mittheilte:

„„Das hiesige (Wachenzeller) Schwarzwasserreservoir liegt fast mitten im Orte, ist eine geräumige Hülle, See genannt, die durch Regenwasser gespeist wird. Da sämmtliche Düngerstätten frei und offen daliegen, so nimmt nicht blos ein heftiger Regen die Jauche in den See mit, sondern dieselbe fliesst fast beständig, bis es allzu trocken wird, dahin ab, weshalb der See in seinem Wasser die Farbe und Qualität erhält, wie ich Proben sandte. Ich bemerke, dass im Augenblicke und zumal bei längerer Trockne das Wasser viel dicker ist, als das gesendete. Aus diesem See trinkt nun täglich das Hornvieh, in demselben schwimmen das ganze Jahr Enten und Gänse, und werden darin die Pferde geschwemmt, folglich je weniger Zufluss bei trockner Witterung, desto inhaltsreicher das Schwarzwasser.““

„„Das Hornvieh, welches nur weisses Wasser gewohnt war, wenn es hierher kommt, sträubt sich anfangs gegen das Schwarzwasser, dann aber nährt es sich viel lieber von demselben, als von reinem Brunnenwasser. Von letzterm werden nur die Pferde getränkt, die aber auch bei Wassermangel mit Seewasser sich begnügen. Alle die Thiere, welche dieses Wasser geniessen, sind vollkommen gesund, ja die Bauern behaupten sogar, dieses Wasser sei für dieselben gesunder, als reines Wasser. Von Thierkrankheiten ist hier und in der Umgebung nichts bekannt. Und doch ist dieses Schwarzwasser mit Odel getränkt, wie hier, auf unserm ganzen Berge, dem von Schernfeld bis Enkering, ebenso auf dem Irfersdorfer Berge von Kipfenberg bis Beilngries der alleinige Trank für die Thiere; denn die genannten Bergrücken haben kein aufgehendes Wasser, sind nur auf die Dachtraufe angewiesen, und überall ist der sogenannte See in jedem Dorfe, wie hier, der allgemeine Wasserbehälter. Ein Bauer in Sornhüll hatte einen solchen unmittelbar zwischen Stall und Düngerhaufen, tränkte allein seine

Thiere daraus und diese erfreuten sich stets der besten Gesundheit. Als ich einigen Bauern erzählte, dass ich solches Wasser zur Untersuchung absenden wolle, weil selbst gelehrte Chemiker an die Unschädlichkeit desselben nicht glaubten, antworteten dieselben nur mit einem höhnischen Lächeln, als ob über das Zweifel sein könnte, was sich nach ihren Begriffen von selbst versteht.""

„Diese Mittheilungen des Herrn Pfarrers Hotter kann ich aus vieljährigen Erfahrungen bestätigen. Ich habe oft mit Staunen diese Schmutzwasser und daneben das gesunde kräftige Rindvieh betrachtet, welches mit Wohlbehagen diese Flüssigkeit schlürft, die den Augen der dortigen Bewohner als Kraftbrühe erscheint. Ich kann mich erinnern, dass ich in Seuversholz bei einem wohlhabenden Bauer einen Brunnen neben der Dungstätte gesehen habe, der mir nach seiner Lage und nach der Flüssigkeit, die er enthielt, bestimmt schien, die Jauche aus seinem eignen Jauchebehälter zu gewinnen. Da ich die Vernachlässigung der Jauche von Seite der dortigen Bauern kannte, war ich hierüber sehr erstaunt und sprach auch dem Besitzer meine Anerkennung darüber aus, dass er eine so löbliche Ausnahme mache und seine Jauche doch für die Felder sammle. Anfangs verstand er mich nicht, als er mich aber begriffen, versicherte er mit dem gewöhnlichen pfiffigen Lächeln der Bauern, dass diese vermeintliche Jauche besser zu verwerthen sei, denn er schöpfe sie zum Getränke für sein Vieh.

„Wenn man nun den Befund der mikroskopischen und chemischen Untersuchung dieses Wassers und diese Masse organischer Stoffe, welche dasselbe enthält, betrachtet, und zugleich die Thatsache erwägt, dass gewiss schon Hunderte von Jahren dieses Wasser von den Thieren des erwähnten Landstriches genossen wird, und dass diese Thiere dabei nicht nur nicht erkrankten, sondern sogar einer ausnahmsweise guten Gesundheit sich erfreuen, so wird man schwer der bisherigen Annahme ferner huldigen können, dass ein Trinkwasser, welches in einem Liter 80 bis 100 Milligramm organischer Stoffe enthält, den Menschen schädlich werden müsse."

Professor Dr. Lintner hat dieses Schwarzwasser, von dem Dr. Buxbaum eine Probe sich nach Freising schicken liess, untersucht und gefunden: „Dieses Wasser war von bräunlicher Farbe

und schillerte stark ins Grüne, es war vollkommen undurchsichtig. Der Geruch war stinkend nach Jauche (Gülle). Die Reaktion alkalisch. Beim Eindampfen entwickelt es den specifischen Geruch nach Rinderharn. Im Rückstand war der grössere Theil organischer Natur."

1 Liter Wasser gab 1,165 Grmm. Rückstand, wovon
0,285 „ mineralische und
0,880 „ organische Substanzen waren.

Professor Dr. Holzner sagt über die mikroskopische Untersuchung dieses Schwarzwassers: „Die dunkelbraunen Körper sind theils Farbstoffe, theils faulende Substanzen, theils verschiedene Arten von Diatomeen aus der Gattung Navicula. Die grünen Körnchen sind chlorophyllhaltige einzellige Algen oder Zellkolonieen von einer gemeinsamen birnförmigen Membran umhüllt. Die schwarzen Körper sind Sporen, deren sprödes Episporium granulirt und schwarz gefärbt ist. Neben den Körpern pflanzlichen Ursprungs findet man eine verhältnissmässig grosse Anzahl von Infusorien und wenige Räderthierchen. Die Menge sowohl der organisirten als der desorganisirten Stoffe ist im Vergleich zu jener, welche die schlechtesten Brunnenwasser enthalten, enorm.

Es gibt also Orte, wo das schlechteste Trinkwasser und Immunität für epidemische Krankheiten neben einander bestehen, und wenn daher schlechtes Trinkwasser und Epidemien auch noch so oft gleichzeitig neben einander vorkommen, so ist die Annahme eines ursprünglichen Zusammenhanges doch keine Nothwendigkeit; denn die Wirkung kann in allen Fällen ebensogut vom Boden direkt als vom Wasser herrühren.

Damit will ich nicht sagen, dass wir nun Schwarzwasser trinken sollen, oder ungestraft trinken könnten; — im Gegentheil, je reiner wir das Wasser haben können, desto besser, und ich bin überzeugt, dass Menschen und Thiere auf dem Juraplateau um Eichstädt noch viel gesunder und kräftiger sein würden, wenn sie zu ihrem Boden, der allen zymotischen Krankheitsstoffen so ungünstig ist, auch noch gutes Trinkwasser hätten; — aber ich darf diese höchst merkwürdigen Thatsachen, für deren Richtigkeit ich einstehen kann, anführen, um zu zeigen: dass ein Trinkwasser, trotz-

dem dass es nachweisbar etwas *Mistjauche* enthält, durchaus noch nicht fähig ist, gewisse Epidemieen zu erzeugen, oder ihre Verbreitung zu begünstigen. Die Keime zu Epidemieen und Epizootieen sind sicherlich schon oft aus dem Thale der Donau und des Altmühlflusses auf die Höhen dieses Juraplateaus getragen worden, haben aber erfahrungsgemäss nie Wurzel schlagen können, obschon das Trinkwasser für Menschen und für Thiere gewiss hinreichend mit organischen, sich zersetzenden Stoffen verunreinigt war. Namentlich das Rindvieh geniesst ein Wasser, welches allen Unrath von der Oberfläche der schmutzigen Dörfer in einen gemeinsamen Pfuhl zusammenschwemmt. Diese Thatsachen scheinen mir geeignet, dazu beizutragen, die ätiologischen Forschungen von falschen Bahnen ab- und möglicherweise in die rechte Bahn hineinzulenken.

Die *Trinkwassertheorie* scheint mir gegenwärtig in ein Entwickelungsstadium getreten zu sein, welches in ganz natürlicher Weise den Uebergang zur *Boden- und Grundwassertheorie* vermittelt. Auch die Trinkwassertheorie kann des Bodens nicht mehr entbehren, mit welchem die Menschen wesentlich auf zwei Wegen verkehren, durch das Wasser und durch die Luft im Boden. — Es war ein ganz natürlicher Gang der Entwickelung, die Aufmerksamkeit zunächst auf das sinnlich Wahrnehmbarste, auf das Wasser, zu richten, welches wir sehen, fühlen und schmecken können, und *die Luft*, die unsere Sinne im Boden nicht direkt wahrnehmen können, unbeachtet zu lassen, — obschon sie in den Poren eines trockenen porösen Bodens, welcher die schwersten Gebäude zu tragen vermag, stets mehr als den *dritten Theil* seines Volums ausmacht, und sich durch Diffusion, Temperaturdifferenz und auch durch die mechanische Bewegung der ganzen Atmosphäre in einer unaufhörlichen Bewegung befinden muss, wenn diese auch nicht gross genug ist, ein Licht auszublasen oder uns den Hut vom Kopfe zu nehmen. Das ist eben ein grosser Irrthum, oder ein grosses Uebersehen gewesen, dass man sich bisher immer vorgestellt hat, als höre da, wo wir mit unseren Füssen fest auf einem Boden stehen, die *Luft* auf und als fange ein anderes Element, die *Erde*, an, — während doch der Boden in der Regel viel mehr

von Luft als von Wasser erfüllt wird, und die Luft viel ungehinderter als das Wasser sich bewegen kann.

Wir wissen jetzt aus den Beobachtungen und Untersuchungen ausgezeichneter Naturforscher, dass die Luft Stoffe und organisirte Keime von unendlicher Feinheit in verhältnissmässig grosser Menge zu tragen und fortzuführen vermag, die zu Gährungs-, Fäulniss- und anderen Processen Veranlassung geben, je nachdem sie ein Substrat finden. Sollte die Luft bei ihrem Durchgang durch verschiedene Bodenschichten nichts mitnehmen, und an die Oberfläche bringen können, was im Stande wäre, unsere Gesundheit zu stören?

Unsere Wohnungen stehen als hohle Körper über dem Boden, ähnlich wie wir eine Glasglocke über flüchtige Substanzen stürzen, deren Verbreitung im Luftkreise wir verhindern wollen. Um was der Luftwechsel in einem Hause geringer ist, als im Freien, um das werden sich alle Emanationen des Bodens in der Luft eines Hauses mehr als im Freien anhäufen und concentriren. Wir leben in der Luft über dem Boden und den grössten Theil unseres Lebens sogar in der Luft der Wohnungen und geniessen ungleich mehr Luft als Wasser. Ein Erwachsener athmet binnen 24 Stunden etwas über 8000 Liter Luft ein und aus. Das Gewicht dieser Luftmenge beträgt etwa 10,320 Grammen (oder mehr als 20 Pfund), während wir im Tage höchstens 2 bis 3 Liter (oder 4 bis 5 Pfund Wasser) geniessen. Wenn daher schädliche Stoffe auch in geringster Menge in die Luft übergehen, so kommen sie verhältnissmässig in viel grösserem Maasse mit unserm Organismus in Berührung, und zwar nicht bloss mit dem Lungengewebe, sondern auch mit der Schleimhaut der ersten Luftwege, welche theilweise auch die Speisewege sind, dass es auch quantitativ mehr ausmacht, als wenn wir reichlich ein verunreinigtes Wasser trinken. Nach meinem Dafürhalten weisen uns die Thatsachen jetzt ganz unzweideutig nicht ans Trinkwasser, sondern an den Boden selbst: wir müssen die organischen Processe im Boden studiren und zu finden suchen, was der Boden zeitweise und unter verschiedenen Umständen an die Luft abgibt. Da liegt allerdings fast noch alles im Dunkeln, noch kein wissenschaftlicher Lichtstrahl ist da hinab-

gedrungen. Ich beanspruche für mich kein anderes Verdienst, als Thatsachen gesammelt und festgestellt zu haben, welche die Forschung in die Richtung nöthigen, sie endlich geradezu auf den Boden richten.

Gesichtspunkte und Methoden zu solchen Untersuchungen zu schaffen, ist nützlicher, als darauf zu sinnen, wie eine doch nicht mehr haltbare Theorie etwa noch gestützt werden könnte. Ich schliesse mit den Worten, welche nach dem Vortrage von Letheby in der Sitzung der Metropolitan Association of Medical Officers of Health am 21. März 1868 einer der Zuhörer sprach: „The water-theory will no longer hold water.“

Beantwortung der Frage: ob nach Maassgabe der Frankfurter Lokalverhältnisse der Einführung der Abtrittsstoffe in die neu erbauten Kanäle vom sanitären Standpunkt aus Bedenken entgegenstehen?

Von

Dr. Max v. Pettenkofer.

Die von der sehr verehrlichen Baudeputation unterm 14. Mai 1870 an mich gestellte Frage veranlasste mich zu einer Reise nach Frankfurt, um die dortigen Lokalverhältnisse durch eigene Anschauung kennen zu lernen. Eine wesentliche Erleichterung meiner Aufgabe war eine mir von der Baudeputation mitgetheilte, jedenfalls von sehr sachkundiger Hand herrührende Darstellung

I. der alten Entwässerungsanlagen,

II. der Wirkungen der bisherigen Entwässerungsweise,

III. des neuen Kanalsystems, welche nicht nur viele Information über Lokalverhältnisse, sondern auch zahlreiche Anhaltspunkte zur Gewinnung eines selbstständigen Urtheils in der vorliegenden Frage mir darbot.

Ausserdem wurde ich von Beamten und Technikern der Baudeputation und des Kanalbureau's in jeder Weise unterstützt und gefördert, und auch ausserhalb dieser Kreise wurde mir manche Belehrung und Mittheilung in freundlichster Weise zu Theil.

Während meiner Anwesenheit in Frankfurt am Main habe ich mich selbstverständlich auch darum erkundigt, welche Gründe man im Publikum sowohl für, als auch gegen die Einführung der Abtrittsstoffe in die neuen Kanäle geltend macht, was überhaupt zur Aufwerfung der Frage geführt hat.

Da die Fragestellung sich darauf präcisirt, ob gegen die Einführung etc. vom sanitären Standpunkt aus Bedenken bestehen, so glaube ich am richtigsten zu verfahren, wenn ich zunächst nur in Betracht ziehe, was dagegen eingewendet werden könnte. Die einzelnen Einwürfe lassen sich ziemlich vollständig unter folgende fünf Gesichtspunkte bringen:

1) Die Exkremente in den Kanälen zersetzen sich und verunreinigen die Luft in den Strassen, unter Umständen selbst unmittelbar auch die Luft in den Häusern, welche mit den Kanälen verbunden sind.

2) Die zum Fortschwemmen der Exkremente bestimmten Kanäle imprägniren in Folge ihrer unvermeidlichen Undichtigkeit den Boden, und verderben das darin befindliche Grundwasser, welches viele gegrabene Brunnen von Frankfurt speist.

3) Ein Kanalnetz kann durch hineingelangende inficirte Exkremente direkt durch Verunreinigung von Luft oder Trinkwasser, oder von beiden zugleich zu einem Centralherde für Epidemieen (namentlich für Cholera und Abdominaltyphus) werden, von dem aus sich eine Infektion durch ganze Stadttheile, selbst über eine ganze Stadt erstrecken kann.

4) Kanäle, welche die Exkremente abführen, bedingen stets und unvermeidlich eine Verunreinigung des Flusses, in den sie münden, und diese Verunreinigung ist für die öffentliche Gesundheit schädlich.

5) Das Fortschwemmen der Exkremente beeinträchtiget die Interessen der Landwirthschaft, welche ein Recht darauf als Dünger für die Felder hat.

I.

Die Exkremente in den Kanälen zersetzen sich und verunreinigen die Luft in den Strassen, unter Umständen selbst unmittelbar auch die Luft in den Häusern, welche mit den Kanälen verbunden sind.

Die mögliche Verunreinigung der Luft durch Zersetzung der Exkremente in den Kanälen muss im Allgemeinen zugestanden werden. Die richtige Fragestellung wird aber wohl diese sein: Schliesst das Fortschwemmen der Exkremente in den Kanälen eine

grössere Verunreinigung der Luft in den Strassen und Häusern in sich, als andere Methoden der Entfernung der Exkremente? Die Frage so gestellt, muss das geeignete Gefäll der Kanäle, deren hinreichende Spülung und ferner vorausgesetzt, dass die Exkremente in frischem Zustande eingeführt werden, entschieden verneint werden. In dieser Beziehung steht sogar das Schwemmsystem erfahrungsgemäss allen übrigen Methoden voran, weil keine derselben die Abfuhr der in Zersetzung übergehenden Exkremente so rasch besorgt. Jede denkbare Abfuhr aus Gruben, in Tonnen, durch den Liernur'schen Apparat u. s. w. arbeitet langsamer, lässt der Zersetzung viel mehr Zeit, als das Schwemmsystem.

Gegenwärtig bildet in Frankfurt die Aufsammlung der Exkremente in gemauerten Gruben und die Abfuhr in längeren Zwischenräumen noch die Regel. Während der Zeit der Aufbewahrung in den Gruben bildet sich durch faulige Zersetzung bekanntlich eine grosse Menge von Stoffen, welche theils dampfförmig, theils auch nur suspendirt an die Luft überzugehen fähig sind. Alle diese Stoffe müssen wir, wenn auch nicht gerade als specifische Krankheitsursachen, aber doch als Verunreinigung der zu geniessenden Luft betrachten, wir müssen sie also von der Luft des Hauses möglichst fern zu halten streben.

Nun ist aber die Luftmenge, welche bei gewöhnlichen Abtritteinrichtungen durch Gruben und Schläuche oder Röhren aus den Abtrittsitzen in die Häuser dringt, nicht selten viel grösser, als man denkt. Ich habe schon hie und da in München mit dem Anemometer die Geschwindigkeit der Luft in einzelnen Abtritten gemessen, und selbst bei eisernen Abtrittröhren, die mit dicht gemauerten und sorgfältig gedeckten Gruben und Abtrittfässern möglichst gut verbunden waren, Geschwindigkeiten von 3 bis 12 Fuss in der Sekunde je nach Witterungsverhältnissen (Wind und Temperatur-Differenz) und andern zufälligen Umständen auf dem Querschnitt von Abtrittsitzen beobachtet. Nimmt man den Querschnitt eines Abtrittsitzes nur zu $^1/_2$ Quadratfuss (0,0425 □ Meter) und die Geschwindigkeit der eintretenden Luft nur zu 3 Fuss (0,875 Meter), so können durch einen solchen Abtrittsitz binnen 24 Stunden bei kaum merklicher Luftströmung (2 bis $2^1/_2$ Fuss Geschwindigkeit pr.

Sekunde ist noch Windstille) 129,000 Kubikfuss solcher Luft ins Haus gelangen. Nimmt man aber gar die höchste Geschwindigkeit (12 Fuss), die allerdings nur ausnahmsweise beobachtet wurde, so könnte sich die Ventilation einer Wohnung durch einen einzigen Abtrittsitz hindurch binnen 24 Stunden ausnahmsweise sogar auf 518,400 Kubikfusss steigern. Ich habe deshalb gewiss nicht ohne Grund schon öfter hervorgehoben, dass Abtrittgruben und Abtrittfässer nur dann die Reinheit der Luft des Hauses ebenso wie Wasserclosete zu sichern im Stande sind, wenn die Abtrittröhren constant in der Weise ventilirt werden, dass die Luft darin nie aus der Röhre ins Haus, sondern stets umgekehrt aus dem Hause in die Röhre strömt.[1])

Das Wassercloset verhindert fast unter allen Umständen die Ventilation der Häuser auf diesem Wege sicher, und dieser Umstand ist es auch, welcher dem Wassercloset in England seine allgemeine, in Städten fast ausschliessliche Verbreitung gegeben hat.

Man könnte nun denken, wenn man die Exkremente der Städtebewohner mit Beseitigung von Gruben oder Fässern den Kanälen übergibt, so verlege man die Zersetzung der Exkremente einfach vom Haus und Hof hinaus auf die Strasse, in die Kanäle. Unter Umständen trifft diese Voraussetzung auch zu, sie trifft leider auch in Frankfurt an mehreren Punkten zu. Wenn die Kanäle zu wenig Gefäll und Spülung haben, so sind sie allerdings nur lang gestreckten, schlecht verwahrten Abtrittgruben zu vergleichen, gegen welche die Häuser wohl durch Wasserclosets abgeschlossen werden können, welche aber durch andere Oeffnungen mit der Luft in den Strassen und dadurch naturnothwendig auch wieder mit der Luft der Häuser durch Fenster und Thüren communiciren. Diese Voraussetzung trifft aber nicht zu, wenn die Kanäle das nöthige Gefälle und Spülung haben, in welchem Falle die Exkremente eben nicht bis zu diesem Grade der Zersetzung in den Strassen, d. h. in den Kanälen liegen bleiben.

1) Siehe mein Gutachten über die Kanalisirung von Basel. Zeitschrift für Biologie Bd. III S. 293.

Den neuen, von Herrn Lindley erbauten Frankfurter Kanälen sind diese beiden Eigenschaften, Gefälle und Spülung, nicht abzusprechen. Es wurde mir von dem Kanalbaubureau in Frankfurt durch Herrn Ingenieur Gordon ein geometrischer Plan der Stadt Frankfurt von Aug. Ravenstein mitgetheilt, in dem die Gefällsverhältnisse der bis jetzt ausgeführten neuen Kanäle angegeben sind. Ich vermag darin keinen Verstoss gegen die durch Erfahrung festgestellten Regeln zur Fortschwemmung von Exkrementen in eiförmig construirten Kanälen zu entdecken.

Dass eine kräftige Spülung der neuen Kanäle gleichfalls möglich ist, habe ich mich während meines Aufenthalts in Frankfurt persönlich überzeugt. Ich stieg am 28. Mai Nachmittags vor dem Bockenheimer Thor in die neuen Kanäle ein, um die Wirkung einer Spülung durch Stauschleussen zu beobachten. Ich muss die Wirkung als eine kräftige und vollständige anerkennen. Diese Wirkung wird hinlänglich oft ausgeübt werden können, wenn Frankfurt namentlich durch die bereits beschlossene Wasserleitung aus dem Vogelsberge reichlich mit Wasser versorgt sein wird.

Die persönliche, augenscheinliche Beobachtung einer solchen Spülung ist Allen zu empfehlen, welche in Frankfurt in der Kanalfrage sich ein richtiges Urtheil zu bilden wünschen.

In den alten Kanälen Frankfurts habe ich allerdings Verhältnisse und Zustände angetroffen, welche diese Kanäle nicht viel über sehr lang gestreckte Abtrittgruben erheben. Ich muss gestehen, der Zustand der alten Kanäle Frankfurts hat mich überrascht. Wenn ich noch eines Beweises bedurft hätte, dass die örtliche und zeitliche Disposition für gewisse specifische epidemische Krankheiten, z. B. Cholera und Typhus, nicht in unreinen, stinkenden, stagnirenden Kanälen, sondern ganz wo anders zu suchen sei, — die Besichtigung der alten Frankfurter Kanäle und die Untersuchung ihres Inhalts hätte mich darauf aufmerksam machen müssen. Die auffallend geringe Empfänglichkeit Frankfurts für Cholera und Abdominaltyphus ist bekannt. Niemand, der die alten Frankfurter Kanäle in der Allerheiligen- und Judengasse, am Württemberger Hof, in der Fahrgasse und dazu die Almente

in der Lindheimergasse gesehen hat, wird diese Immunität von Frankfurt vom guten Zustand der bisherigen Kanalisation ableiten wollen.

Ich gebe in der Beilage eine Zusammenstellung der Ergebnisse, welche mir die Untersuchung verschiedener Kanalwasser von Frankfurt geliefert hat, wovon ich während meines dortigen Aufenthaltes Proben an verschiedenen Stellen geschöpft und in München untersucht habe. Ich habe die Untersuchung auf Bestimmung der Gewichtsmenge der suspendirten Theile, dann der Menge der im Wasser gelösten verbrennlichen (organischen) und unverbrennlichen (anorganischen) festen Bestandtheile beschränkt, und sonst nur noch Ansehen und Geruch der Flüssigkeit beim Oeffnen der Flaschen in Betracht gezogen. Ich finde diese wenigen Gesichtspunkte auch für ganz hinreichend, um zu beurtheilen, wie weit der Inhalt der Frankfurter Kanäle geeignet ist, zur Verderbniss von Luft und Boden beizutragen. Eine weitere Zerlegung der organischen und anorganischen Gewichtsmengen schien mir überflüssig, da der Inhalt solcher Kanäle qualitativ anderwärts schon oft untersucht worden ist, überall sich so ziemlich gleich erweist und daher aller Wahrscheinlichkeit nach auch in Frankfurt am Main nicht viel anders zusammengesetzt sein wird. Mir kam es wesentlich nur auf die im Wasser gelösten Mengen organischer und anorganischer Bestandtheile an, als Maassstab zur Beurtheilung des grösseren oder geringeren Grades von Verunreinigung.

Diese Untersuchung kann der Vorwurf treffen, dass die Flüssigkeiten erst in München, nach etwa 10tägigem Stehen und nicht gleich unmittelbar nach dem Schöpfen des Wassers an Ort und Stelle vorgenommen wurde, da es doch organische, in Veränderung, in Umsetzung, in einer Art Gährung befindliche organische Stoffe betrifft. Dieser Vorwurf trifft aber alle einzelnen Proben ganz gleichmässig, wodurch die Resultate jedenfalls doch wieder untereinander vergleichbar werden. Wenn man auch zugibt, dass die Menge der im Wasser gelösten organischen Substanz in Folge des Transportes und längeren Stehens sich verändert, so kann man doch nie eine Zunahme der organischen Substanzen überhaupt, sondern nur eine Abnahme in Folge von Entbindung kohlen- und

wasserstoffhaltiger Gase erwarten. Ich glaube deshalb unter allen Umständen im Rechte zu sein, die auch nach mehreren Tagen im Wasser gefundene Menge organischer Stoffe als Maass für die Verunreinigung des Kanalwassers zu betrachten.

Vergleicht man die betreffenden Zahlen mit den bei Untersuchung der Kanalwässer englischer Städte [1]) und des Kanalwassers von München [2]) erhaltenen, so ergibt sich, dass die meisten alten Kanäle von Frankfurt einen sehr unreinen Inhalt haben.

Das Wasser des Fahrgassenkanals an der Ausmündung in der Nähe des Metzgerthores zeigt im Liter 3480 Milligramme suspendirte Stoffe und 2297 Milligramme organische, in Wasser gelöste Substanz, während das Kanalwasser in Rugby nur 2021 suspendirte Stoffe und nur 151 in Wasser gelöste organische Substanz zeigt. Selbst wenn man die im Kanalwasser von Rugby suspendirten 670 Milligramme organische Stoffe noch zu der im Wasser gelösten Menge hinzunimmt, erhält man kaum erst den dritten Theil der im Wasser des Fahrgassenkanals gelösten organischen Substanz.

Ebenso verdient eine andere Probe Erwähnung, nämlich die aus dem Kanal der Allerheiligengasse bei No. 69 entnommene, wo der Kanal durch die Bierbrauerei von Jung nach der Judengasse geht. Als die mit diesem Wasser gefüllte Flasche in München geöffnet wurde, schäumte die Flüssigkeit, wie Sodawasser oder Champagner. Das entweichende Gas scheint aber vorwaltend Schwefelwasserstoff gewesen zu sein, denn es roch so stark, wie reines Schwefelwasserstoffgas. Die in diesem Wasser gelöste organische Substanz betrug 1350 Milligramme im Liter, also 7mal mehr, als das Sielwasser in München (189). Dieses Resultat wird keinen überraschen, welcher sich diesen Kanal an der bezeichneten Stelle nur ein einziges Mal hat aufdecken lassen, und hinein gesehen und gerochen hat.

Aus den neuen Kanälen wurde Wasser an zwei Stellen geschöpft, einmal in der Nähe des Ausflusses in den Main bei der

---

1) Siehe Varrentrapp Entwässerung der Städte S. 74.

2) Siehe das Kanal- und Sielsystem in München von Pettenkofer S. 13.

neuen Gasfabrik, dann gegen den Anfang des Kanalnetzes zu, vor dem Bockenheimer Thor. (Siehe Anhang Probe No. 8 und 9). Was diese beiden Proben von allen übrigen unterscheidet, ist der Mangel des Geruchs nach Schwefelwasserstoff beim Oeffnen der Flaschen in München. Dieses Ergebniss könnte man zu Gunsten besonderer Reinheit des Inhalts der neuen Kanäle deuten, für mich aber ist es nur ein Zeichen, dass in die neuen Kanäle keine frischen Exkremente, sondern nur verjauchte gelangen, welche ihre Schwefelwasserstoffgährung schon in den Gruben der Häuser durchgemacht hatten. Hätte das Wasser der neuen Kanäle Theile von frischen Exkrementen enthalten, so hätte sich während des Transportes von Frankfurt nach München und des Stehens des Wassers ebenso Schwefelwasserstoff bilden und entbinden müssen, wie in den anderen Proben. Die Menge der im Wasser gelösten Substanz im Kanale vor dem Bockenheimer Thore (225 Milligramm) ist grösser als im Wasser des Fahrthorkanals (Probe No. 1) (125 Milligr.) und des Längenkanals (Probe No. 2) (90 Milligr.), welche Proben beide beim Oeffnen der Flasche nach Schwefelwasserstoff rochen. — Das Kanalwasser vor dem Bockenheimer Thore zeigt nahezu die gleiche Menge organischer, in Wasser gelöster Substanz (225 Milligr. per Liter), als das Münchener Sielwasser während der Nachtzeit (219 Milligr.), und die Annahme scheint mir nicht sehr gewagt, dass diese gleichen Mengen in Frankfurt und München auch gleichen Ursprung haben werden.

Bemerkenswerth ist, dass das Kanalwasser am Bockenheimer Thore in jeder Beziehung viel unreiner ist, als in der Nähe der Gasfabrik, ein sicheres Zeichen, dass das Kanalnetz in seinem Verlaufe vom Bockenheimer Thore abwärts beträchtlich mehr Zufluss von reinerem Wasser hat, als von diesem Punkte aufwärts.

Es ist Thatsache, dass bis jetzt die Reinheit der Luft des Hauses durch keine Vorrichtung so vollständig gegen die Verunreinigung durch Zersetzungsprodukte aus Koth und Harn sicher gestellt wird, als durch das Wassercloset. Das Wassercloset ist aber nur in Verbindung mit Schwemmkanälen möglich, nie mit irgend einem Sammel- oder Abfuhrsystem. Abtritte mit Gruben,

Fässern oder andern Behältern vermögen die Reinheit der Luft des Hauses nur dann ebenso, wie das Wassercloset sicher zu stellen, wenn die Abtrittröhren constant in einer Weise ventilirt werden, dass die Luft nie aus der Röhre nach dem Hause, sondern stets nur vom Hause in die Röhre strömen kann. Da aber diese constante Ventilation der Abtrittröhren praktisch noch nicht eingeführt ist, so muss in dieser Beziehung einstweilen dem Wassercloset noch der Vorzug gelassen werden.

Aus den beiden Thatsachen nun, dass das Wassercloset die Luft des Hauses immer noch am reinsten hält, dass aber sein Gebrauch sich mit Vorrichtungen nicht verträgt, die man sonst zum Aufsammeln der Exkremente verwendet, hat sich in Frankfurt wie anderwärts ein grosser Misstand entwickelt. Die Hauseigenthümer, welche Wasserclosets haben wollen, legen jetzt vorschriftsmässige Abtrittgruben an, wie sie zur Aufsammlung und zeitweisen Abfuhr der Excremente in Häusern ohne Wasserclosets angeordnet sind. verbinden aber diese Gruben, wenn auch gegen polizeiliche Anordnung, in irgend einer Weise, beständig oder vorübergehend, mit einem Hauskanale oder einer Hausröhre, welche die andern Abwasser des Hauses in den Strassenkanal abzuführen bestimmt ist.

Die nämliche Erfahrung habe ich in München gemacht und sie auch in dem commissionellen Gutachten über das Kanal- oder Siel-System in München[1]) veröffentlicht. Es hat sich gezeigt, dass es grossentheils illusorisch ist, in Häusern, welche zur Abführung von Haus- und Regenwasser mit einem Siele einmal in Verbindung geseszt sind, die Einleitung von Abtrittsstoffen polizeilich zu verbieten. Es stellte sich heraus, dass trotz des strengsten polizeilichen Verbotes gegen Einführung der Exkremente in die Strassensiele das Kanalwasser selbst bei kräftiger Spülung nicht weniger in Wasser gelöste organische Substanz enthielt, als das Kanalwasser in Rugby, wo das Fortschwemmen der frischen Exkremente in den Kanälen Princip ist, und dann stellte sich ferner heraus, dass der Gehalt des Kanalwassers an gelösten organischen Stoffen während der Nacht, also zur Zeit, wo die meisten Geschäfte

1) Siehe a. a. O. S. 12—15.

ruhen, wo aber die Gruben geräumt zu werden pflegen, um 37 Procent zugenommen hat.

Dass diese Sache in Frankfurt genau so, wie in München sich verhält, davon hat mich nicht nur die Untersuchung des Wassers im neuen Kanale vor dem Bockenheimer Thore, sondern auch ein Augenschein in der Uhlandstrasse überzeugt. Das Wasser an der Ausmündung des Ostendstrassenkanals in den Main liess vermuthen, dass in diesen Kanal jedenfalls auch mehrere Abtritte münden. Dieser Kanal nimmt Zweige aus der Obermainanlage, Uhland-, Rückert- und Schwanenstrasse und eines Theils der Hanauer Landstrasse auf. Ich liess mir eine Stelle in der Nähe der Uhlandstrasse öffnen: es ist ein Kanal noch nach altem System, mit ebener Sohle: er führte zur Zeit wenig Wasser und hatte viel übelriechenden Schlamm abgelagert. Das Haus Nr. 4 in der Uhlandstrasse ist ein eleganter comfortabler Neubau. Ich schlug meinen Begleitern vor, den Eigenthümer zu ersuchen, uns die Abtrittgrube seines Hauses zu zeigen. Wir fanden im Thorwege eine ganz vorschriftsmässig angelegte cementirte Grube mit wohlschliessendem Deckel von Stein, aber auch oben seitlich eine etwa 6zöllige runde Oeffnung, welche der Hauseigenthümer als eine nach dem Haus- und nach dem Strassenkanal führende Röhre erklärte, durch welche das Ueberwasser aus der Grube fortlaufen kann, was nothwendig sei, weil er Wasserclosets als Abtritte im Hause habe.

Auf diese Art kann die Verunreinigung der Luft in dem Kanale und aus diesem in der Strasse nur viel grösser sein, als wenn sofort die frischen Exkremente in den Kanal gelangen und fortgeschwemmt würden. Wie die Sache gegenwärtig thatsächlich liegt, ist die Grube in überflüssiger und schädlicher Weise eingeschaltet, Harn und Koth müssen darin erst zu Abtrittjauche werden, ehe sie in den Kanal kommen, was sich damit vergleichen lässt, als ob jemand die Exkremente, ehe sie in die Grube kommen, zuerst im Zimmer in einem Gefässe so lange aufbewahren wollte, bis sie in Fäulniss übergegangen sind, um sie dann erst in den Abtritt zu schütten.

Die gegenwärtigen faktischen Zustände in der Uhlandstrasse dienen sehr treffend zur Beantwortung der Frage, welche Folgen

es für die Reinheit der Luft in den Strassen haben würde, wenn man die Einführung der Abtrittsstoffe in die neuen Kanäle gestatten würde. Jedenfalls würde es nicht so schlimm werden, als es in der Uhlandstrasse ist, sondern um so viel besser, als die neuen Kanäle besser construirt und gespült sind, und als Exkremente im frischen und nicht im verjauchten Zustande fortzuschwemmen sind.

II.

Die zum Fortschwemmen der Exkremente bestimmten Kanäle imprägniren in Folge ihrer unvermeidlichen Undichtigkeit den Boden und verderben das darin befindliche Grundwasser, welches viele gegrabene Brunnen von Frankfurt speist.

Ich habe vor mehreren Jahren in meinem Gutachten über die Kanalisirung der Stadt Basel[1]) Folgendes geäussert: „Auf die vollkommene Wasserdichtigkeit eines Kanalnetzes ist nach menschlicher Wahrscheinlichkeit nicht zu rechnen: in jedem Mauerwerk, in jedem Röhrensystem werden sich sehr viele Lecke finden; noch kein Kanalnetz ist auch nur annähernd auf den Grad seiner Wasserdichtigkeit untersucht worden. Wenn nun der Boden, in welchem das Netz liegt, nicht ein sehr dichter, sondern ein sehr poröser ist, so erhöht sich die Imprägnirung desselben proportional der Menge organischer Substanzen, welche dem Kanalnetze zur Fortschaffung übergeben wird, und es kommt auf die Beschaffenheit des Bodens an, wie weit dieser die organische Substanz zu verarbeiten oder deren Verbreitung zu hindern vermag. Es muss deshalb eine principielle Rücksicht bei der Anlage von Kanälen in porösem Boden sein, denselben so wenig organische Substanz als möglich zu übergeben; für Basel erscheint deshalb auch aus Salubritätsrücksichten und abgesehen von der Rücksicht, welche die Hygiene in letzter Instanz immer auf den Ackerbau zu nehmen hat, das Spülsystem nicht unbedingt empfehlenswerth, sondern als etwas mit Maass und Vorsicht zu benützendes.“

---

1) Siehe Zeitschrift für Biologie Bd. III S. 291.

Dieser von mir damals aus den angegebenen Gründen eingenommene Standpunkt hat sich durch spätere Erfahrungen, die ich in München machte, theils noch mehr befestigt, theils etwas verändert. Die Undichtigkeit der Sielwandungen anlangend, verweise ich auf Seite 17 bis 20 des commissionellen Gutachtens über das Kanal- oder Siel-System in München.

Was die Imprägnirung des Bodens durch die Kanäle anlangt, habe ich an meinem Basler Gutachten gleichfalls nichts zu ändern. Aber eine meiner Voraussetzungen, die ich in jenem Gutachten gemacht, hat sich in München wider alles Erwarten nicht bestätigt, nämlich die, dass bei Ausschluss der Exkremente aus den Kanälen das unvermeidlich durchfiltrirende, versickernde Wasser dem umgebenden Boden verhältnissmässig weniger organische Substanzen zuführen würde, als wenn die Exkremente im frischen Zustande darin fortgespült würden.

Theoretisch war und ist auch diese damals von mir gemachte Behauptung gewiss ganz berechtiget, aber die Praxis hat in München gezeigt, dass ein polizeiliches Verbot eben nicht hinreicht, um den Inhalt der Abtrittgruben von den Kanälen thatsächlich fern zu halten, wenn die Häuser für den Abfluss ihrer sonstigen Abwasser überhaupt einmal mit den Kanälen in Verbindung stehen. Obwohl es in München bei Strafe streng verboten ist, den Inhalt von Abtritten in die Siele zu bringen, so zeigt das Kanalwasser von München, wie ich oben bereits angegeben habe, selbst bei reichlicher Spülung doch keine geringere Menge organischer Substanzen in Wasser gelöst, als das Kanalwasser von Rugby und anderen englischen Städten, in welchen aller Unrath fortgeschwemmt wird, wo nur die suspendirte Menge organischer Substanzen grösser ist, welche aber den Boden nicht verunreinigen können, weil sie nicht in ihn gelangen, sondern fortgespült werden. Das polizeiliche Verbot veranlasst in München wie in Frankfurt nur zu dem viel schädlicheren Umwege, die Exkremente nicht frisch in den Kanälen fortzuschwemmen, sondern im verjauchten, durch vorherige Fäulniss verflüssigten Zustande aus Gruben und anderen dafür vorgeschriebenen oder erlaubten Behältern ablaufen zu lassen, oder einzugiessen, oder einzupumpen.

Nach den Erfahrungen, die ich in Frankfurt theils selbst gemacht habe, und die mir theils von Anderen mitgetheilt worden sind, möchte ich keine Hoffnung aussprechen, dass dort die Polizei bei Anwendung einer noch grösseren Strenge als in München mehr ausrichten könnte. Wir wollen übrigens doch auch die Frage stellen, ob es denn in Frankfurt absolut geboten wäre, noch grössere polizeiliche Anstrengungen zur absoluten Fernhaltung der Exkremente aus den Kanälen zu versuchen. Ich glaube nicht. Ich habe schon in meinem Basler Gutachten gesagt, dass es auf die Beschaffenheit des Bodens ankommt, wie weit dieser die organische Substanz zu verarbeiten, oder deren Verbreitung zu hindern vermag.

Ich habe Seite 20 und 21 in dem Gutachten über die Münchener Siele darauf aufmerksam gemacht, dass bezüglich der Verarbeitung der organischen Stoffe der Münchener Kalkgeröllboden und der Erlanger eisenschüssige Quarzsandboden sich wesentlich verschieden von einander verhalten, dass der Erlanger Boden bei gleicher Imprägnirung eine viel geringere Menge organischer Stoffe als der Münchener Boden enthalte. — Frankfurt hat theilweise einen ähnlichen Boden wie Erlangen, welcher der Imprägnirung viel besser widersteht, als der Boden von München und Basel.

Dies wird man in Frankfurt schon bei oberflächlicher Betrachtung gewahr, wenn man sich an Orte der Stadt begibt, wo eben Grund gegraben wird. Noch deutlicher trat mir dieser Umstand entgegen, als ich das Bodenmaterial gewahrte, welches die eben im Gang befindlichen Kanalbauten mitten in der Stadt zu Tage förderten, wo der Boden seit Jahrhunderten imprägnirt wird, namentlich gerade das Material jener Schichten, in welche die Kanäle wirklich zu liegen kommen. Theils ist es schwerer, undurchlässiger oder doch schwer durchlässiger Letten, theils gröberer und feinerer Quarz-Sand und Kies mit Eisenoxyd, welcher Boden an den Ufern des Mains ohnehin häufig angetroffen wird. Diese beiden Bodenarten, Letten und eisenhaltiger Quarzsand, bieten Frankfurt Vortheile, welche man in München und Basel nicht hat. Der Letten beschränkt wegen seiner geringen Wasserdurchlässigkeit die Imprägnirung der Umgebung der Kanäle, und der eisenschüssige Quarzkies beschleunigt wegen seiner oxydirenden Wirkung die Zerstörung

der organischen Substanzen und beschränkt dadurch ihre Anhäufung und Ausbreitung.

Ich verdanke Herrn Ingenieur Gordon die Mittheilung mehrerer Karten über die durch zahlreiche Bohrungen ermittelte geognostische Beschaffenheit des Frankfurter Stadtbodens. Diese im Interesse des Kanalbaues ausgeführte Arbeit hat auch ausserdem eine hohe Bedeutung. Wer je eine genaue wissenschaftliche Topographie der Stadt Frankfurt a. M. schreiben will, wird in den „Längenprofilen der Bohrlöcher des Frankfurter Kanalbaues“ sehr dankbar eine wichtige Vorarbeit begrüssen, welche den Boden der Stadt in ihren verschiedenen Theilen bis in bestimmte Tiefen ziemlich durchsichtig macht.

Die vorkommenden Schichten folgen sich am häufigsten in nachstehender Ordnung:

Aufgefüllter Boden,
Ackererde,
Main-Kies und Sand,
Letten, Lehm und Mergel.

Stellenweise liegt die Ackererde nicht auf Sand und Kies, sondern unmittelbar auf Thon und Letten, unter welchen dann wieder Sand und Kies erscheint. Letztere Schichtung herrscht namentlich in den höheren Lagen der Stadt, z. B. im Oederweg vor. Wo die Kanäle in Lehm und Letten liegen, wirken sie drainirend auf ihre Umgebung.

Selbstverständlich finden sich auch Uebergänge und Mischungen verschiedener angrenzender Schichtungen.

Sand unterscheidet man nach Farbe (gelb, weiss, roth, braun) und nach Korn (fein, scharf, grob). Ebenso Kies. Die mitgenommenen Proben von Sand und Kies zeigen sich wesentlich nur durch Form und Grösse, nicht durch chemische Zusammensetzung ihrer Bestandtheile verschieden. Es sind wesentlich nur die gröberen oder feineren, eckigeren oder runderen Bruchtheile der gleichen Gesteinsarten, in denen Quarz vorherrschend ist.

Die undurchlässigen Bodenarten Lehm, Letten und Mergel werden nach Farbe (gelb, blau, grün und schwarz), sowie nach Consistenz (weich, zäh, hart und steinig) unterschieden.

Die Bohrungen im Bett des Maines haben Kies, dann Thonfels und darunter blauen Letten ergeben. Das Rinnsal des Maines bildet den tiefsten Punkt der wasserdichten Schichten des Thales, welche zu beiden Seiten rasch ansteigen, auf der linken steiler, als auf der rechten. Das Grundwasser der Uferseiten und des angrenzenden Landes liegt daher durchschnittlich höher, als der Spiegel des Flusses, es fliesst im Boden wesentlich dem Maine zu, nicht vom Main in den Boden. Man findet daher häufig, und gerade in den höher gelegenen Stadttheilen, wo Lehm und Letten oft nahezu bis an die Oberfläche reichen, den Spiegel des Grundwassers viel näher an der Oberfläche, als in tiefer gelegenen Stadttheilen unweit des Maines.

Man kann nun mit Hilfe der Längen-Profile der Bohrlöcher leicht nach verschiedenen Richtungen hin untersuchen, in welchen Bodenschichten die Kanalsohle liegt. Nimmt man z. B. die Strecke von der Praunheimer Strasse über den Reuterweg, die Bockenheimer Anlage, Mainzer Landstrasse, Taunus- und Gallus-Anlage gegen den Main zu, so sind 5 Punkte durch Bohrungen bis unter die Kanalsohle ermittelt worden. Die Kanalsohle liegt an 3 Punkten in rothem Sand und Kies, an 2 Punkten im blauen Letten.

Eine andere Richtung des Kanals läuft von Koselstrasse über Oberweg, Bornwiesenweg nach der Eschenheimer Landstrasse, auf welcher Strecke 4 Bohrungen gemacht sind, nach denen die Kanalsohle am höchsten Punkte in blauem Letten, dann in gelbem Letten, dann in rothem Sande und dann im Kies liegt.

Von der Friedbergerlandstrasse nach der Eschenheimer und Bockenheimer Anlage ist an 9 Punkten gebohrt worden, und die Kanalsohle liegt da an 3 Punkten in blauem, an 2 Punkten in gelbem Letten, an 3 Punkten in rothem Sande, an 1 Punkt in Kies.

Hienach darf man annehmen, dass die Kanalsohle in Frankfurt theils in sehr eisen- und quarzhaltigem Sand und Kies, theils in blauem oder gelbem Letten liegt. Bemerkt zu werden verdient, dass die Kanalsohle gerade in den höheren Lagen der Stadt vorzugsweise in Letten und in den tieferen Lagen in Sand und Kies zu liegen kommt, obschon natürlich überall Ausnahmen von dieser Regel sich finden. Es rührt das, wie schon bemerkt, von dem

raschen Ansteigen der Thon- und Lettenschichten und der Abnahme der darüber liegenden Sandschichten mit der seitlichen Entfernung vom Main her.

Unter diesen Umständen hat man keinen Grund zu der Befürchtung, dass der Boden und das Grundwasser durch das unvermeidlich aus den gut gebauten neuen Kanälen versickernde Kanalwasser merklich oder gar mehr verunreiniget würde, als bisher, wenn künftig die Kanäle auch zum Fortschwemmen frischer Exkremente benützt werden.

Dass der Boden von Frankfurt in dieser Hinsicht wirklich mehr verträgt, als mancher andere, ist bereits thatsächlich erwiesen. Wenn die breitsohligen, stellenweise stagnirenden, mit faulenden Exkrementen reich beladenen alten Frankfurter Kanäle die Stadt nicht zu einem Lieblingssitz von Cholera und Typhus zu machen im Stande waren, dann wird es den eiförmigen, leicht spülbaren neuen Kanälen jedenfalls noch viel weniger gelingen.

III.

Ein Kanalnetz kann durch hineingelangende inficirte Exkremente direkt durch Verunreinigung von Luft oder Trinkwasser, oder von beiden zugleich zu einem Centralherde für Epidemieen (namentlich für Cholera und Abdominaltyphus) werden, von dem aus sich eine Infektion durch ganze Stadttheile, selbst über eine ganze Stadt erstrecken kann.

Dieses Bedenken ist rein theoretischer Natur und ist für Frankfurt thatsächlich eigentlich durch Besprechung der vorausgehenden Punkte 1 und 2 schon erledigt. Wenn es thatsächlich begründet wäre, so hätten die alten Frankfurter Kanäle gewiss schon oft Gelegenheit zu solcher Entstehung und Verbreitung von Epidemieen geben müssen, denn man kann gewiss nicht behaupten, dass bei ihrer Anlage oder Benützung auch nur die geringste Sorgfalt gegen Verunreinigung des Brunnenwassers im Boden oder der Luft in Strassen und Häusern angewendet worden wäre. Ich halte das ganze Bedenken überhaupt mehr für ein doktrinäres Vorurtheil, als für eine wissenschaftlich begründete Thatsache.

Diese meine Ansicht verstösst aber so sehr gegen andere weit verbreitete und lange hergebrachte Ansichten, dass ich sie, wenn auch ganz kurz, begründen muss. Es ist zwar höchst wahrscheinlich, und bei der Cholera nach meiner Ueberzeugung sogar gewiss, dass der Mensch durch seinen persönlichen Verkehr von einem Orte zum andern einen Krankheitskeim verbreitet, der unter Umständen Epidemieen hervorruft. Ebenso unzweifelhaft ist es, dass der Keim irgendwo am Menschen haftet, so dass er ihn von sich geben kann. Wer sich nicht mit einer blossen Möglichkeit begnügen will, sondern etwas suchen und finden will, der muss — nur um seine Arbeit beginnen zu können — dieses Etwas irgendwo lokalisiren, schon nur, um es aufsuchen zu können, er muss entweder Versuche oder Beobachtungen unter bestimmten Voraussetzungen anstellen, diese an den Thatsachen entweder bestätigen oder verwerfen und dann durch neue Voraussetzungen wieder ersetzen (d. h. wieder wo anders oder in anderer Weise suchen), bis er auf solche gelangt, welche den Thatsachen Stich halten und damit in Einklang bleiben. Nun ist es allerdings wahrscheinlich, dass die Keime z. B. für Cholera und Abdominaltyphus in den Exkrementen von Menschen, die inficirt sind, oder aus inficirten Orten kommen, vorhanden seien; es sind wenigstens noch keine Thatsachen bekannt, welche eine derartige Voraussetzung, die Lokalisirung dieser Keime in den Exkrementen, unzulässig machen, aber die Annahme, dass der Keim in den Exkrementen oder in den Kanälen sich zum epidemischen Infektionsstoffe entwickle, ist bereits unzulässig, denn es sind bereits zu viele Fälle bekannt, dass ein Ort desshalb noch keine Typhus- oder Cholera-Epidemie bekommt, wenn die Exkremente von Cholera- und Typhuskranken in die Abritte oder Kanäle gelangen, oder dass überhaupt von den Exkrementen aus direkt, bloss durch Luft oder Wasser vermittelt oder getragen, eine inficirende Wirkung sich epidemisch verbreite. Gegen diese einfach contagionistisch-infektiöse Anschauung sprechen eine grosse Zahl von gut beobachteten Thatsachen. Die Immunität gegen Cholera z. B. von so grossen Fabrik- und Handelsstädten, wie Lyon und Birmingham, nach denen oft schon so viel Cholerakeim gebracht worden ist, kann nicht auf die Art erklärt werden, dass an diesen Orten die Exkremente und die Kanäle

andere wären, als in Choleraorten, oder anders gehandhabt würden. Ich habe dieses speciell für Lyon seinerzeit ausführlich nachgewiesen. [1])

Ebenso gibt es zahlreiche Orte, welche dem Abdominaltyphus bei ganz gleicher Behandlung der Exkremente theils auffallend günstig, theils auffallend ungünstig sind. Wenn das epidemische Auftreten solcher Krankheiten an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten sich so ungleich zeigt, wird derjenige, welcher etwas darüber erforschen will, von vorneherein genöthiget, nach örtlichen und zeitlichen Verschiedenheiten zu suchen, die unmöglich in Dingen liegen können, die überall und jederzeit die gleichen sind. Mir erscheint es nicht nur als ein natürlicher und nächster, sondern sogar als ein nothwendiger Gedanke, den Grund so verschiedenen Verhaltens verschiedener Orte gegen die genannten epidemischen Krankheiten nicht in einem überall sich findenden, sondern in einem besonderen Substrate zu suchen, zu dessen örtlichem und zeitweisem Entstehen bestimmte örtliche und zeitliche Verhältnisse gehören, in etwas, das der eingeschleppte Krankheitskeim vorfinden muss, wenn Epidemieen entstehen sollen.

So ist es bisher vielfach üblich gewesen, den Ausbruch einer Abdominaltyphus-Epidemie in einem Orte kurzweg von Verunreinigung der Luft oder des Trinkwassers durch Exkremente zu erklären. Uebelriechende Abtritte, etwas Kanalluft, welche durch mangelhaft schliessende Wasserclosets in die Abtritte drang, ein Brunnen, welcher ein Trinkwasser mit einigen Milligrammen organischer Substanz im Liter lieferte, d. h. Momente, welche vor und nach der Epidemie und während derselben gewöhnlich die gleichen waren, entweder alle zusammen oder jedes selbständig für sich genügten bisher in der Regel als ätiologische Momente, um das örtliche und zeitliche Auftreten von Typhus zu erklären.

Auf welch' schwachen Füssen diese Erklärungen stehen, habe ich erst kürzlich in einem Aufsatze in Medical Times and Gazette

1) Die Immunität von Lyon gegen Cholera, und das Vorkommen der Cholera auf Seeschiffen. Zeitschrift für Biologie Bd. IV. S. 400.

1870 Nr. 1041 bis 1043, ebenso in der deutschen Vierteljahresschrift für öffentliche Gesundheitspflege 1870, Seite 176 bis 196 besprochen.

Dass namentlich Kanäle, in welchen Choleraexkremente fortgeschwemmt werden, nicht als Verbreiter der Cholera dienen, habe ich schon mehrere Fälle beobachten können, vielleicht den schlagendsten in Gibraltar. Gewöhnlich fordert die Cholera die meisten Opfer in den tiefsten Lagen der Orte, weil, wie Viele denken, dort der Unrath auch von den höher gelegenen Distrikten sich hinzieht. In Gibraltar aber herrscht die Cholera stets am heftigsten im höchsten Theile der Stadt, und am schwächsten in den tiefsten Lagen. Die ganze Stadt ist kanalisirt. Während der letzten Epidemie 1865 wurden in den obersten Stadttheilen die zahlreichen Choleraausleerungen, und zwar im nicht desinficirten Zustande, in die Kanäle gegossen und flossen reichlich von oben den untersten Stadttheilen zu, wo das Gefäll verhältnissmässig sehr gering wird, aber die Epidemie wurde immer schwächer, je tiefer das Strassen-Niveau sinkt, und je mehr Unrath sich in den Kanälen sammelt. Ich habe mich darüber in der Zeitschrift für Biologie Bd. VI Seite 108 und 109 für Sachverständige hinlänglich deutlich ausgesprochen.

So ist es meine volle Ueberzeugung, dass Frankfurt deshalb nicht im mindesten den Ausbruch von Epidemieen zu befürchten hat, wenn die Abtrittsstoffe nicht nur, wie bisher, in die alten, sondern künftig auch in die neu erbauten Kanäle eingeführt werden.

Ich bin schon oft der Frage begegnet, was aber dann gutes Trinkwasser und gute Kanalisirung nützen, oder welcher reeller Werth ihnen bleibt, wenn sie uns nicht Tyhus, Cholera, überhaupt wenn sie uns nicht bestimmte Krankheiten ferne halten? Auf diese Frage ist in concreten Fällen allerdings nicht anders zu antworten, als etwa darauf, was etwa Tugend und Frömmigkeit nützen, wenn man doch sieht, wie oft es auch dem Schlimmen gut, und dem Guten schlimm ergeht. Möglichste Reinheit und Unverdorbenheit von Allem, was wir geniessen, ist eben auch ein menschliches Ideal, dem wir, wie so vielen anderen, nachstreben, ohne es je ganz zu erreichen, und dem wir unausgesetzt auch nachstreben

müssen, wenn die allgemeine öffentliche Gesundheit Fortschritte und nicht Rückschritte machen soll. Wenn der Reinlichkeitstrieb im Menschen im Laufe der Zeiten mächtiger und stärker wird und zeitweise in neuen Formen hervortritt, so ist das ebenso ein erfreuliches Zeichen des Fortschrittes, als wenn der moralische und der Rechts-Sinn in einer Bevölkerung hie und da Lebenszeichen von sich geben. Gleichwie man früher in Moral und Gesetzgebung Zustände ertragen hat, die jetzt auch der Niedrigste unerträglich fände, so verhält es sich auch mit der Reinlichkeit in Städten ähnlich, und ist es als Fortschritt zu begrüssen, dass man jetzt Einrichtungen trifft, welche zu treffen frühere Zeiten nicht für nothwendig gefunden haben. Gleichwie gute moralische Grundsätze beim unvermeidlichen Umgange mit Lasterhaften, so schützen gute hygienische Zustände bei der unvermeidlichen Berührung mit einzelnen Krankheitsursachen. Nach meiner Ueberzeugung würde man den Werth von reiner Luft, reinem Wasser, reinem Boden, reinem Hause u. s. w. sogar viel zu gering schätzen, ganz über Gebühr herunterwürdigen, wenn man annähme, dass diese Dinge nur bei einzelnen, zeitweise auftretenden specifischen Krankheiten von Werth und Einfluss wären: sie sind es immer, denn sie ersparen unserem Organismus fortwährend viele unnütze Reibung und Abnützung, somit Kraft, machen uns dadurch überhaupt gesünder, d. h. stärker und widerstandsfähiger gegen alle Krankheiten, und damit selbstverständlich auch gegen Cholera und Typhus.

Was die Vermeidung oder Verminderung jeder überflüssigen todten Reibung und Erhitzung in einer Bewegungsmaschine, das nützt Bequemlichkeit und Reinlichkeit im menschlichen Haushalt. Was der Engländer Comfort nennt, bezeichnet alles, was zum Behagen, zum Wohlsein, zur Stärkung des Einzelnen beiträgt. Der englische Comfort umfasst keinerlei specifische Mittel (Gegengifte oder Arzneien) für specifische Krankheiten. Seit Mitte des vorigen Jahrhunderts sind in England die specifischen Krankheiten nicht weniger, sondern mehr geworden, wenigstens hat man die Cholera neu hinzubekommen, und doch starben nach Greenhow in London von 1756 bis 1755 von 1000 Menschen jährlich 35, und von 1846

bis 1855 nur mehr 25, trotz der heftigen Choleraepidemieen von 1848/49 und 1854/55. Seit 1855 ist in Folge verschiedener hygienischer Verbesserungen, unter denen auch bessere Kanalisirung und bessere Wasserversorgung sind, die Sterblichkeit nachweisbar beträchtlich gesunken,[1]) ohne dass irgend eine specifische Krankheit verschwunden wäre.

Ich finde es ganz überflüssig, dass die Vorkämpfer für gute Kanäle und gutes Trinkwasser in England diese fast immer als Specifica gegen Typhus und Cholera ausgeben und dann regelmässig in grosse Verlegenheit gerathen, so oft in einer Stadt, die mit diesen Gütern bereits versehen ist, hie und da noch ebenso, wie in den schmutzigsten Orten, eine Epidemie ausbricht. Trinkwasser und Kanäle erzeugen und verhindern nicht den Typhus, aber wenn beide gut sind, tragen sie viel zur Reinheit der unentbehrlichsten leiblichen Genüsse bei und bewirken dadurch, dass die Menschen auch den ganz anderswo entstehenden specifischen Krankheitsursachen mehr Widerstand leisten, als im entgegengesetzten Falle. Wenn der Vortheil einer guten Kanalisirung nur darin läge, dass sie gegen Typhus schützt, dann würden jetzt schon viele Orte gar keine Kanäle brauchen und überall müssten sie als werthlos betrachtet werden, sobald man einmal als bewiesen anerkennen wird, was thatsächlich eigentlich schon bewiesen ist, dass nämlich der Typhus wirklich nicht aus Kanalluft und Abtritten entsteht.

Ebenso ist überflüssig anzunehmen, dass die specifische Ursache von Typhus oder Cholera uns im schlechten Trinkwasser erreiche, wenn auch noch so oft beobachtet wird, dass Leute, welche neben anderem Mangel an Comfort auch noch schlechtes Wasser zum Trinken haben, mehr als andere erkranken. Es gibt Orte, wo die Leute sehr schlecht leben, und auch sehr schlechtes Wasser trinken, aber doch nie Cholera oder Typhus haben und trotzdem an grosser Sterblichkeit leiden, und ein geringes mittleres Lebensalter erreichen.

---

1) Siehe den 9. Jahresbericht von John Simon, Medical Officier of the Privy Council.

Es sollte im neunzehnten Jahrhundert ein überwundener Standpunkt sein, dass man die Menschen zur Reinlichkeit noch durch die Furcht vor ganz specifischen Krankheiten treiben muss, ähnlich wie man die Kinder mit wohlgemeinten Schrecknissen vom Pelzmärtel und Nikolas vom Bösen abzuhalten und zum Guten anzuspornen sucht. Ich meine, bei der Frankfurter Bevölkerung könnte man es auf den Versuch ankommen lassen, ob sie eine gute Trinkwasserversorgung und eine gute Kanalisirung für überflüssig hält, wenn man ihr auch sagt, dass selbst in ihren bisherigen Brunnen und Kanälen Typhus und Cholera sich nicht erzeugt haben.

IV.

Kanäle, welche die Exkremente abführen, bedingen stets und unvermeidlich eine Verunreinigung des Flusses, in den sie münden, und diese Verunreinigung ist gegen das Interesse der öffentlichen Gesundheit.

Dieser Satz ist bekanntlich wesentlich durch Vorkommnisse in London und in einigen anderen, sehr volk- und industriereichen Theilen Englands begründet worden, welche an verhältnissmässig kleinen Flüssen liegen. Wenn eine an einem Flusse gelegene Stadt den Inhalt ihrer Kanäle in einen Fluss ergiesst, so können zwei Fragen aufgestellt werden, erstens ob es der Stadt selbst einen hygienischen Schaden bringt, oder ob es unterhalb am selben Flusse gelegenen Ortschaften einen Schaden bringt.

Die erste Frage kann im gegebenen Falle für Frankfurt entschieden verneint werden. Ich war an der Stelle, wo gegenwärtig das neue Kanalsystem in den Main ausmündet, in der Nähe der neuen Gasfabrik, oberhalb des Gutleuthofes. Ich roch die Gasfabrik und ihr Abwasser, was in der Nähe, in einem eigenen Kanale gleichfalls in den Main ausmündet; ich roch schon in ziemlicher Entfernung die Düngeranstalt des gegenwärtigen Frankfurter Abfuhrsystems, — aber ich roch nicht das mindeste, als der Kahn unmittelbar über der unter dem Spiegel des Maines bewerkstelligten Mündung des neuen Hauptkanals hielt, selbst nicht, als Herr Ingenieur Gordon mit einer Stange in den Kanal fahren und etwaigen Bodensatz aufrühren liess.

Auf die mir von der Baudeputation gestellte Frage habe ich nur noch zu antworten, ob dieser Befund wesentlich anders sein würde, wenn künftig in die neuen Kanäle auch die Abtrittsstoffe aus den Häusern eingeführt werden. Mit aller Bestimmtheit kann ich darauf antworten, dass die Einführung der frischen, also nicht der verjauchten Abtrittsstoffe daran nicht das Mindeste ändern wird. Es kommt bei Beantwortung dieser Frage weniger auf qualitative, als auf quantitative Verhältnisse an; es ist die Frage zu beantworten, wie viel Flusswasser dem Kanalwasser und den darin enthaltenen Exkrementen gegenübersteht.

Diese Frage hat Dr. Georg Varrentrapp in seiner Schrift über die Entwässerung der Städte Seite 96 bis 100 auf das Sorgfältigste beantwortet, und ich schliesse mich der auch von Varrentrapp gezogenen Schlussfolgerung aus voller Ueberzeugung an, dass man für die Reinheit der Luft von Frankfurt auch bei Westwind von der Ausmündungstelle der Kanäle in den Main nie etwas zu fürchten haben wird, wenn auch alle frischen Exkremente der Stadt in denselben fortgeschwemmt werden.

Was die unterhalb Frankfurt am Main gelegenen Orte, z. B. Höchst, betrifft, so bin ich ebenso fest überzeugt, dass auch diesen kein Nachtheil zugeht, wenn in die neu erbauten Kanäle die Abtrittsstoffe Frankfurts, gleichviel ob frisch oder verjaucht, eingeführt werden. Was wir Verunreinigung von Luft und Wasser nennen, ist nicht blos qualitativ, sondern wesentlich auch quantitativ zu fassen. Qualitativ ist eigentlich Alles unrein auf dieser Erde. Das reinste Quellwasser ist ursprünglich schon als Regen auf die Oberfläche der Erde gefallen, welche bedeckt ist mit verwesenden Pflanzen und Thieren. Keine Luft ist absolut rein. In jedem Orte verunreinigt ein Haus dem anderen, in jedem Hause ein Mensch dem anderen die Luft. Aber es kommt da auf gewisse quantitative Verhältnisse an. Aengstlichen Gemüthern, welche die Beweiskraft der Zahlen von Varrentrapp über die Grösse der Verdünnung der Fäkalstoffe Frankfurts durch den Mainfluss nicht jetzt schon sicher zu würdigen wagen, empfehle ich, schon jetzt, noch vor Einführung der Fäkalstoffe in die neu erbauten Kanäle das Mainwasser einige tausend Schritte unterhalb der Einmündung des neuen Kanalsystems,

oder auch unmittelbar oberhalb Höchst von zuverlässigen Experten untersuchen, dessen Gehalt an einigen wesentlichen Substanzen, z. B. Kali, Phosphorsäure, Ammoniak etc. feststellen, und dieselben Untersuchungen mit ganz gleichen Methoden nach Einführung der Fäkalstoffe in die neuen Kanäle wiederholen zu lassen: es wird sich ergeben, dass das Flusswasser dadurch keine bemerkbare Veränderung erlitten hat. Eine solche Thatsache wird dann auch diejenigen überzeugen und beruhigen, welchen Zahlen noch keine Beruhigung sind.

V.

Das Fortschwemmen der Exkremente beeinträchtigt die Interessen der Landwirthschaft, welche ein Recht darauf als Dünger für die Felder hat.

Gewiss ist kein Satz richtiger als dieser, aber er darf nicht so verstanden werden, als sei das Düngerrecht das erste oder einzige aller Rechte. Auch die Hygiene hat ihre Rechte. Ich habe mich in meinem Basler Gutachten[1]) seinerzeit aus zwei Gründen nicht im Princip für das Schwemmsystem dorten erklärt, erstlich weil es unvermeidlich den Boden mehr imprägnire, und dann weil es sich nicht mit den Anforderungen der Landwirthschaft vertrage. Von diesen beiden Gründen ist inzwischen bekanntlich der erste durch die Untersuchung des Kanalwassers in München sehr abgeschwächt worden, und der zweite scheint vorläufig auch nur eine theoretische und keine praktische Geltung zu haben. Ich glaubte damals den eindringlichen Liebig'schen Lehren über Raubbau und Bodenverarmung entsprechend die heilige Pflicht zu haben, der Landwirthschaft so viel Dünger als nur möglich zu wahren; ich hatte gehofft, der Ausspruch Thon's und Anderer, dass die Tage des Schwemmsystems gezählt seien, werde sich in Bälde erfüllen, weil die Landwirthe nun grosse Anstrengungen machen würden, um in den Besitz der menschlichen Exkremente der Städte zu gelangen: aber diese Voraussetzung war falsch, und mein guter Wille für die Landwirthschaft hatte keinen Erfolg. Die Landwirthe kümmern sich

---

1) S. Zeitschrift für Biologie Bd. III S. 286.

seither noch nicht viel mehr um die Abfuhr von Harn und Koth aus den Städten, als sonst auch.

Wenn die Hygiene Opfer für die Landwirthschaft bringen soll, so wird auch die Landwirthschaft Gegenleistungen schuldig sein. Letztere scheint aber nur verlangen und nicht geben zu wollen. Am liebsten wahrscheinlich wäre es den Landwirthen, wenn den Hauseigenthümern in den Städten, von Sanitätspolizei wegen, befohlen würde, die Felder der Landwirthe zu düngen, zu diesem Behuf grosse Gruben anzulegen, sie zeitweise soweit zu entleeren, als es die Bedürfnisse der Düngung erfordern, ganz so, wie es die Landwirthe mit dem Stallmiste machen, — und natürlich alles auf Kosten der Hauseigenthümer. Auch in Frankfurt scheinen die menschlichen Exkremente noch kein gesuchter Artikel zu sein, wenn ich mich erinnere, wie viel ich in der Judengasse und sonst an anderen Stellen unbenutzt umherliegen und verfaulen, und in Gossen und Kanäle gespült sah. Viele Gassen in Frankfurt, namentlich auch die mit Almenten versehenen, wären passende Objekte für Versuche mit einem landwirthschaftlich und hygienisch gleich rationellen Abfuhrsysteme. Ohne constant ventilirte Abtrittröhren wird aber kein Abfuhrsystem die Luft des Hauses so rein zu halten im Stande sein, als das Wassercloset.

Es darf nicht mit Stillschweigen übergangen werden, dass seit mehreren Jahren auch das Schwemmsystem angefangen hat, den landwirthschaftlichen Interessen Rechnung zu tragen durch Berieselung von Land, welche im Falle des Bedürfnisses auch in Frankfurt in grosser Ausdehnung ins Werk gesetzt werden könnte.

Ich bin ganz dafür, den Abfuhrsystemen die Concurrenz mit dem Schwemmsystem offen zu halten. Ich gehöre bekanntlich nicht zu denjenigen, welche das Wassercloset als den einzig möglichen, den Anforderungen der Hygiene entsprechenden Apparat ansehen; aber ich verkenne deshalb seine vielen Vortheile nicht, und wüsste es nicht zu rechtfertigen, seine Einführung in Frankfurt in Verbindung mit den dortigen vortrefflichen neuen Kanälen etwa zu Gunsten eines der Abfuhrsysteme zu verbieten.

Man darf auch nicht besorgen, dass Wasserclosets und Schwemm-

kanäle etwaigen künftigen guten, und auch der Hygiene entsprechenden Abfuhrsystemen auch nur das geringste präjudiciren. Jeder Hauseigenthümer wird seine Wasserclosets auch wieder in Sammelapparate umwandeln, wenn der Landwirth ihm etwas dafür zu bieten hat, und die Sanitätspolizei wird diese Umwandlung auch gerne wieder gestatten, wenn unter Umständen gesammelt und abgefahren wird, dass Luft und Boden des Hauses dabei ebenso rein erhalten werden, wie beim Wassercloset.

Ich beantworte somit schliesslich die an mich gestellte Frage:

> „ob nach Maassgabe der Frankfurter Lokalverhältnisse der Einführung der Abtrittsstoffe in die neu erbauten Kanäle vom sanitären Standpunkte aus Bedenken entgegenstehen?"

dahin, dass bei richtig angelegten und gespülten Wasserclosеten keine Bedenken entgegenstehen.

Aus Frankfurt am Main zur Untersuchung genommene Kanal-Wässer.

1) Von der Ausmündung des Fahrthorkanals an der Färchertreppe; Ausfluss im Main-Niveau + 8″ Wasserstand am Brückenpegel; nach langer Trockne am 27. Mai Vormittags 10½ Uhr geschöpft + 14° R. N.-O.-Wind.

Beim Oeffnen der Flasche starker Schwefelwasserstoffgeruch und beim Glühen des Rückstandes starke Schwärzung und Entwicklung eines durchdringend brenzlichen Geruches. Am Boden der Flasche ein schwarzflockiger Niederschlag.

In 1 Liter Wasser:

suspendirt	gelöst		
0,328 Grm.	organische	Stoffe	0,125 Grm.
	unorgan.	„	0,325 „
			0,450 Grm.

2) Ausmündung des Längenkanals an der Mainlust; entnommen 7′ innerhalb; Ausfluss im Main-Niveau + 8″ Wasserstand am

Brückenpegel 14° R., nach langer Trockne geschöpft am 27. Mai Vormittags $10^3/_4$ Uhr.

Beim Oeffnen der Flasche ziemlich starker Schwefelwasserstoffgeruch; beim Glühen des Abdampfrückstandes nur geringe Schwärzung und schwach brenzlicher Geruch. Am Boden der Flasche schwärzlicher Niederschlag.

In 1 Liter Wasser:

suspendirt	gelöst		
0,0996 Grm.	organische Stoffe	0,090	Grm.
	unorgan. „	0,470	„
		0,560	Grm.

3) Ausmündung des Fahrgassenkanals am Metzgerthor über dem Main-Niveau, 27. Mai Vormittags $11^1/_4$ Uhr.

Starker Geruch nach Schwefelwasserstoff; beim Glühen des Rückstandes bedeutende Schwärzung und brenzlicher Geruch. Am Boden der Flasche ein dicker schwarzflockiger Niederschlag.

In 1 Liter Wasser:

suspendirt	gelöst		
3,480 Grm	organische Stoffe	2,297	Grm.
	unorgan „	0,510	„
		2,807	Grm.

4) Ausmündung des Judengassenkanals am Pegel dicht oberhalb der alten Mainbrücke; entwässert heute jedoch blos Judenmarkt, Brückhofstrasse, Wollgraben etc. Kurz vor dem Ausfluss im Main-Niveau läuft das Ablaufwasser der Mainwasserleitung in den Kanal.

Viel Schwefelwasserstoff beim Oeffnen der Flasche. Beim Glühen des Abdampfrückstandes starke Schwärzung und brenzlicher Geruch. Am Boden der Flasche schwarzflockiger Niederschlag.

In 1 Liter Wasser:

suspendirt	gelöst		
0,906 Grm.	organische Subst.	0,225	Grm.
	unorgan. „	0,820	„
		1,045	Grm.

5) Ausmündung des Ostendstrassekanals im Main-Niveau; viele Aborte — geschöpft 27. Mai $11^3/_4$ Uhr Vormittags. Dieser Kanal

entwässert: Obermainanlage, Ostendstrasse, Uhlandstrasse, Rückertstrasse, Schwanenstrasse, Theil der Hanauerlandstrasse, zusammen 81 Häuser und circa 300 Haushaltungen.

Das Wasser enthielt viel Schwefelwasserstoff. Der Abdampfrückstand schwärzte sich stark beim Glühen unter Entwickelung eines höchst brenzlichen Geruches. Am Boden des Gefässes ein geringer flockiger Niederschlag.

In 1 Liter Wasser:

suspendirt	gelöst		
0,106 Grm.	organische Subst.	0,270 Grm.	
	unorgan. „	1,040 „	
		1,310 Grm.	

6) Aus dem sogenannten Hauptkanal entnommen am Württemberger Hof in der Fahrgasse am 27. Mai 12½ Uhr Vormittags.

Beim Oeffnen der Flasche viel Schwefelwasserstoff; starke Schwärzung und Entwicklung brenzlichen Geruches beim Glühen des Abdampfrückstandes. Am Boden der Flasche ein schwarzflockiger Niederschlag.

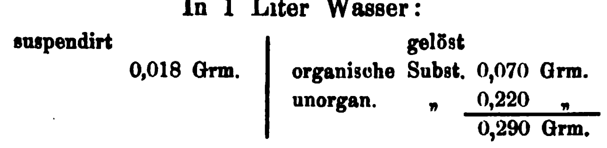
In 1 Liter Wasser:

suspendirt	gelöst	
0,467 Grm.	organische Subst.	0,480 Grm.
	unorgan. „	1,670 „
		2,150 Grm.

7) Mainwasser circa 5′ oberhalb der provisorischen Ausmündung der neuen Kanäle geschöpft. Die provisorische Ausmündung befindet sich an der fliegenden Brücke unterhalb des Winterhafens.

Wenig Niederschlag am Boden des Gefässes.

In 1 Liter Wasser:



suspendirt	gelöst	
0,018 Grm.	organische Subst.	0,070 Grm.
	unorgan. „	0,220 „
		0,290 Grm.

8) Kanalinhalt aus dem neuen städtischen Hauptkanal, nach Aufnahme des Inhalts vom alten Kanal der Gallusanlage, Bahnhöfe, Taunusstrasse, Taunusplatz etc.; an der Gasfabrik entnommen.

Zeigte beim Oeffnen der Flasche keinen Schwefelwasserstoff. Das Wasser reagirte neutral. Der Abdampfrückstand bräunte sich beim Glühen nur schwach, ohne Entwicklung eines besonderen Geruches. Etwas bräunlicher Niederschlag am Boden der Flasche.

In 1 Liter Wasser:

suspendirt	gelöst		
0,065 Grm.	organische Subst.		0,145 Grm.
	unorgan.	„	1,030 „
			1,175 Grm.

9) Kanalinhalt aus dem neuen städtischen Kanal am Bockenheimerthor entnommen; ohne jeglichen Zufluss alter Kanäle.

Kein Schwefelwasserstoff; schwache Bräunung des Abdampfrückstandes beim Glühen, ohne besonderen Geruch. Geringer Niederschlag am Boden der Flasche.

In 1 Liter Wasser:

suspendirt	gelöst		
0,193 Grm.	organische Subst.		0,225 Grm.
	unorgan.	„	0.935 „
			1,160 Grm.

10) Ueberlaufwasser aus dem Schlammfang des Kanals im Trutz-Frankfurt; entnommen am 23. Mai + 16° R. Dieses Wasser geht in den Stadtgraben.

Schwefelwasserstoffgeruch beim Oeffnen der Flasche. Bräunung und Entwicklung eines stark brenzlichen Geruches beim Glühen des Abdampfrückstandes. Am Boden der Flasche geringer Absatz.

In 1 Liter Wasser:

suspendirt	gelöst		
0,197 Grm.	organische Subst.		0,485 Grm.
	unorgan.	„	2,010 „
			2,495 Grm.

11) Ueberlaufwasser aus dem Schlammfang des Lehrbachstrassenkanals, entnommen am 23. Mai + 16° R. Dieses Wasser geht in den Stadtgraben.

Schwefelwasserstoffgeruch beim Oeffnen der Flasche; starke Bräunung und Entwickelung eines brenzlichen Geruches

beim Glühen des Abdampfrückstandes. Etwas Niederschlag am Boden der Flasche abgesetzt.

In 1 Liter Wasser:

suspendirt	gelöst		
0,109 Grm.	organische Subst.	0,410 Grm.	
	unorgan. „	1,560 „	
		1,970 Grm.	

12) Kanalwasser aus dem alten Kanal der Allerheiligengasse, unter der Brauerei von Jung durchgehend. 27. Mai entnommen.

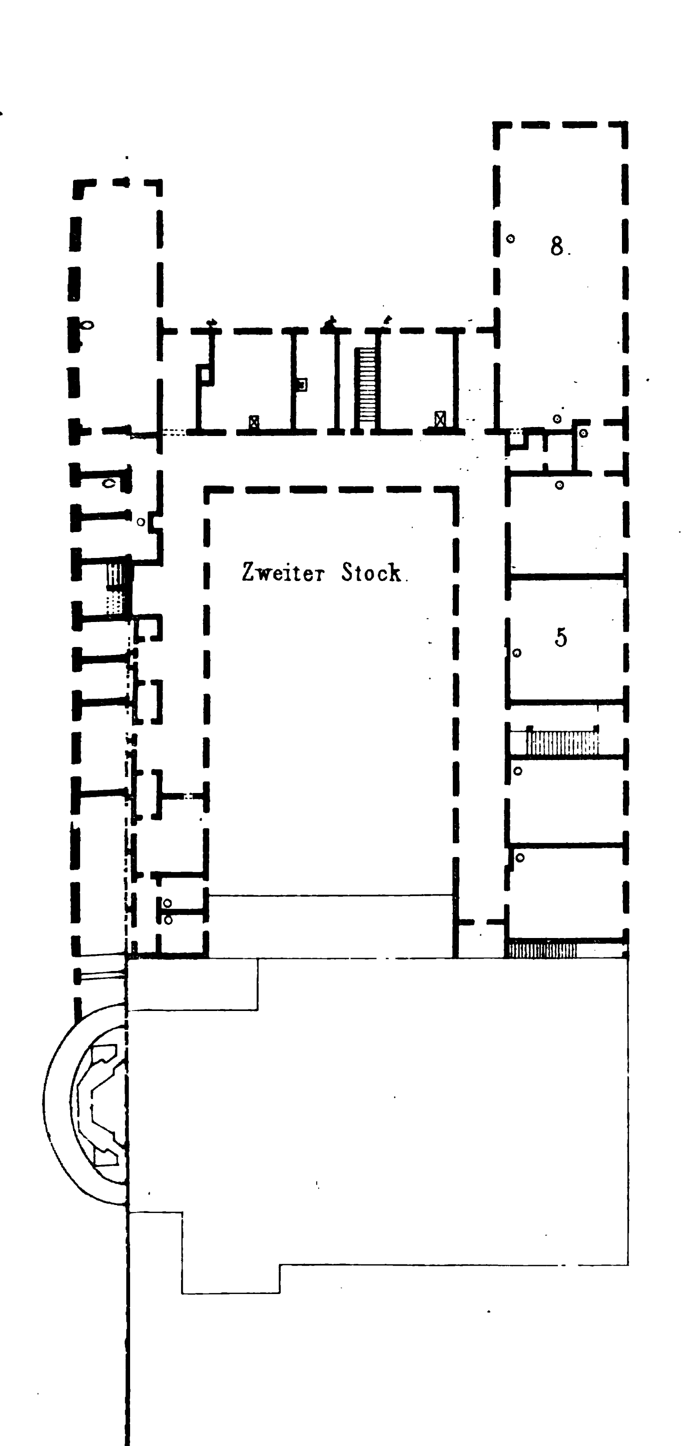
Moussirend von Schwefelwasserstoff. Beim Glühen des Abdampfrückstandes Schwärzung und Entwickelung eines höchst brenzlichen Geruches. Der in der Flüssigkeit enthaltene Niederschlag schwarzflockig.

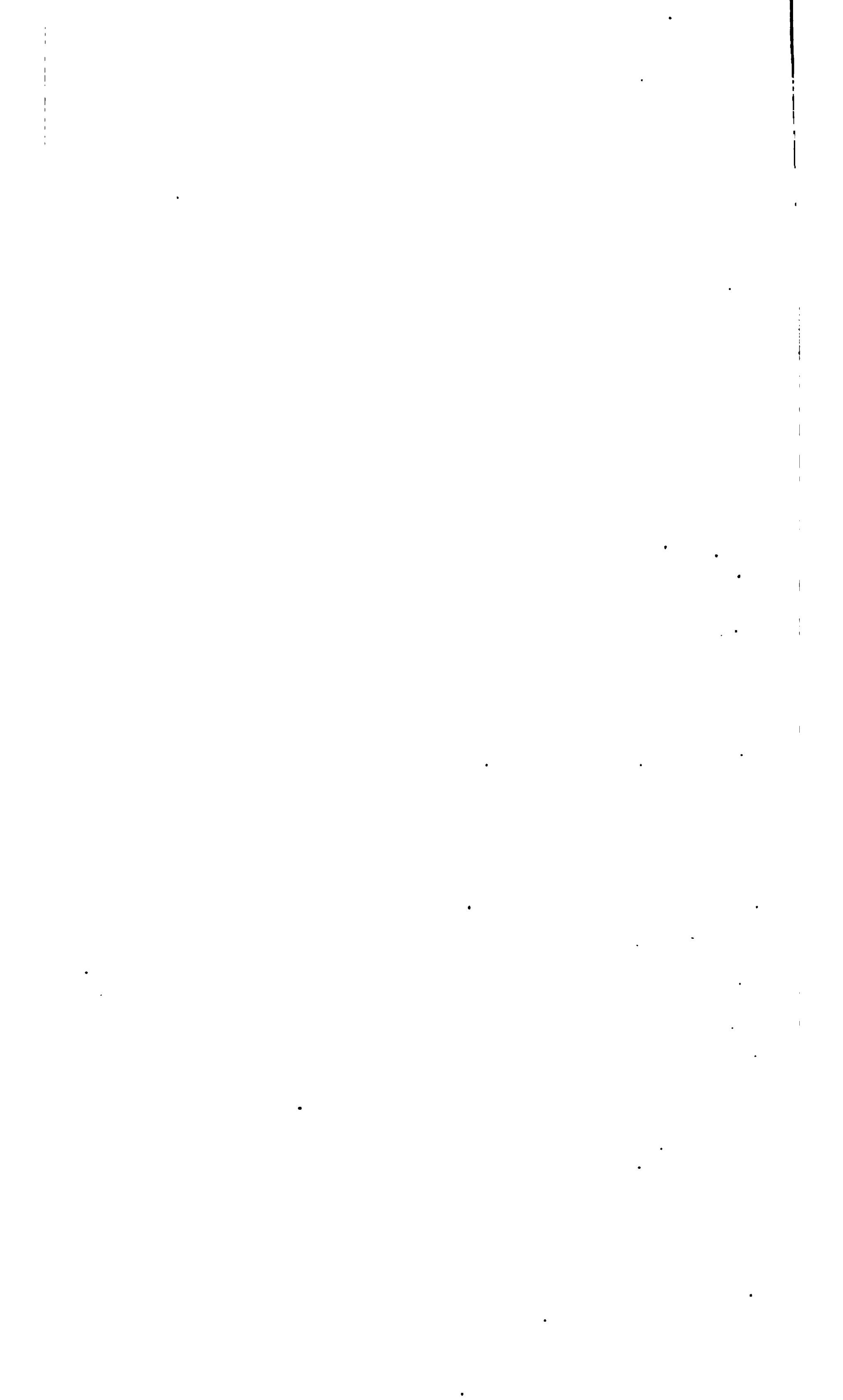
In 1 Liter Wasser:

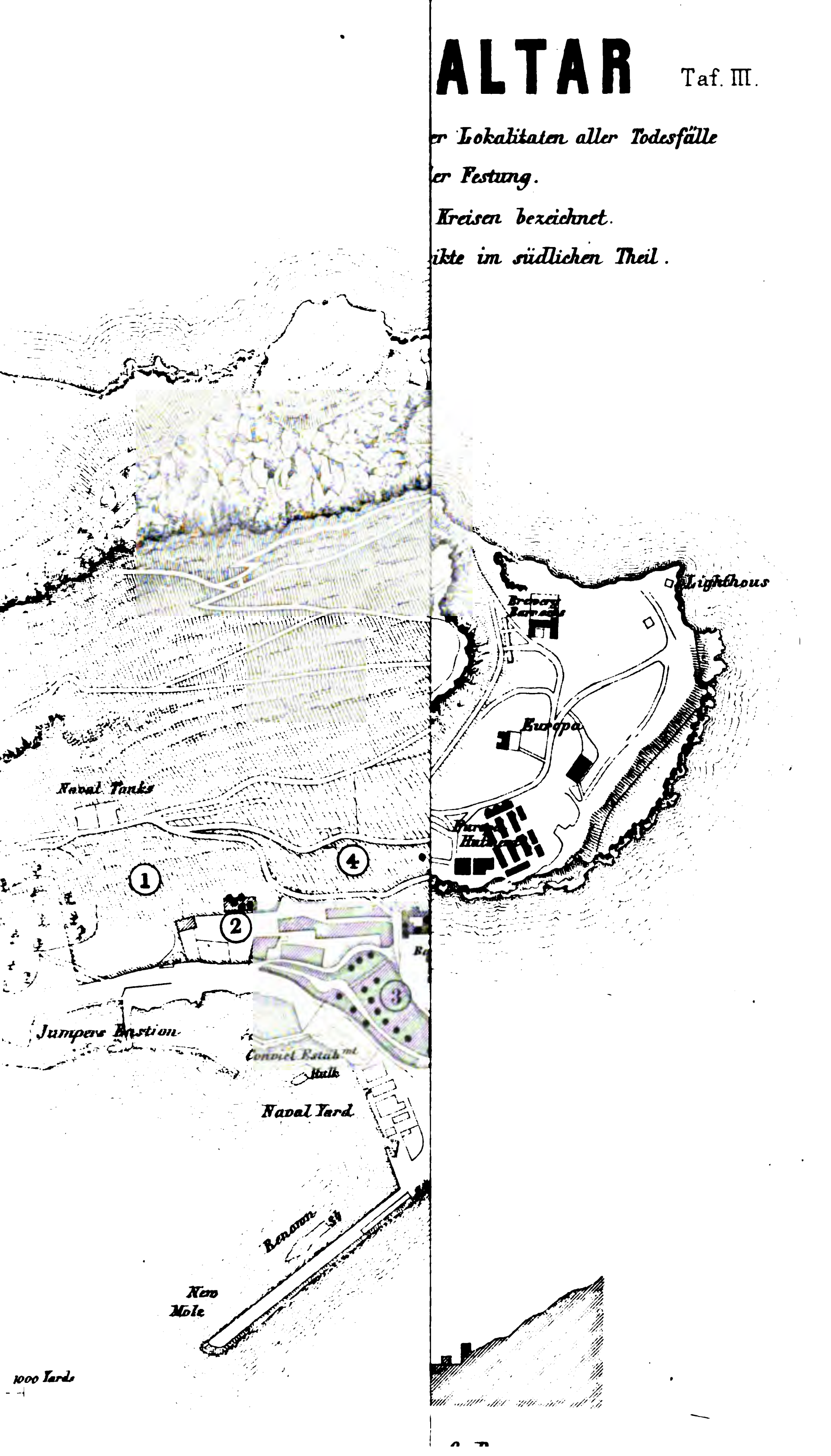
suspendirt	gelöst	
0,837 Grm.	organische Subst.	1,350 Grm.
	unorgan. „	3,780 „
		5,130 Grm.

In 1 Liter Wasser:

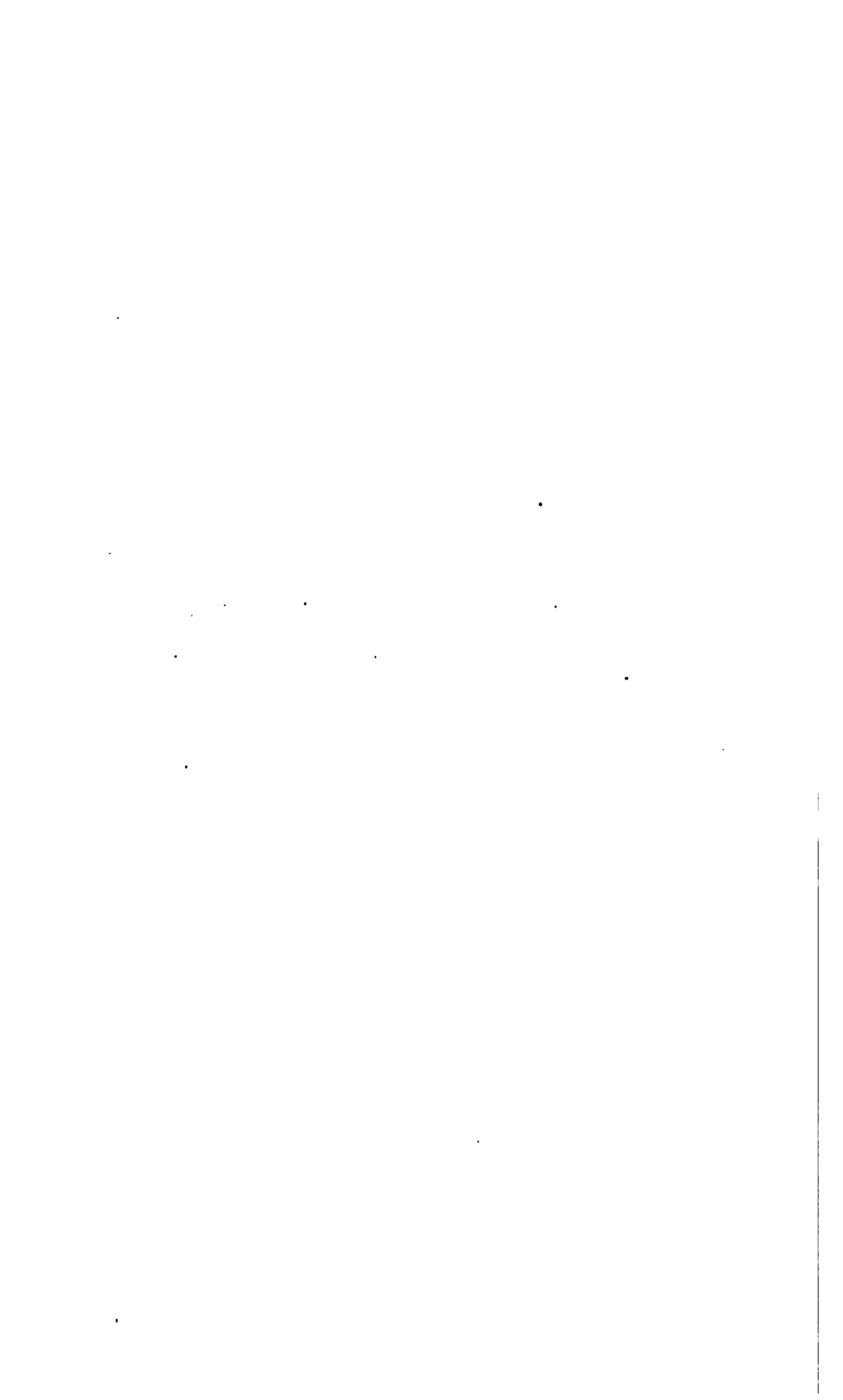
No.	suspendirt	gelöste Stoffe		
		organisch	unorganisch	Summe d. gel. St.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
1	0,328	0,125	0,325	0,450
2	0,0996	0,090	0,470	0,560
3	3,480	2,297	0,510	2,807
4	0,906	0,225	0,820	1,045
5	0,106	0,270	1,040	1,310
6	0,467	0,480	1,670	2,150
7	0,018	0,070	0,220	0,290
8	0,065	0,145	1,030	1,175
9	0,193	0,225	0,935	1,160
10	0,197	0,485	2,010	2,495
11	0,109	0,410	1,560	1,970
12	0,837	1,350	3,780	5,130


8.
Zweiter Stock.
5
= 192 bayerische Fuss.





ALTAR
Taf. III.
er Lokalitäten aller Todesfälle
ler Festung.
Kreisen bezeichnet.
ikte im südlichen Theil.
Lighthous
Brewery Barracks
Europa
Naval Tanks
1
2
3
4
Jumpers Bastion
Convict Estab.mt
Hulk
Naval Yard
Renown St
New Mole
1000 Yards



Zeitschrift

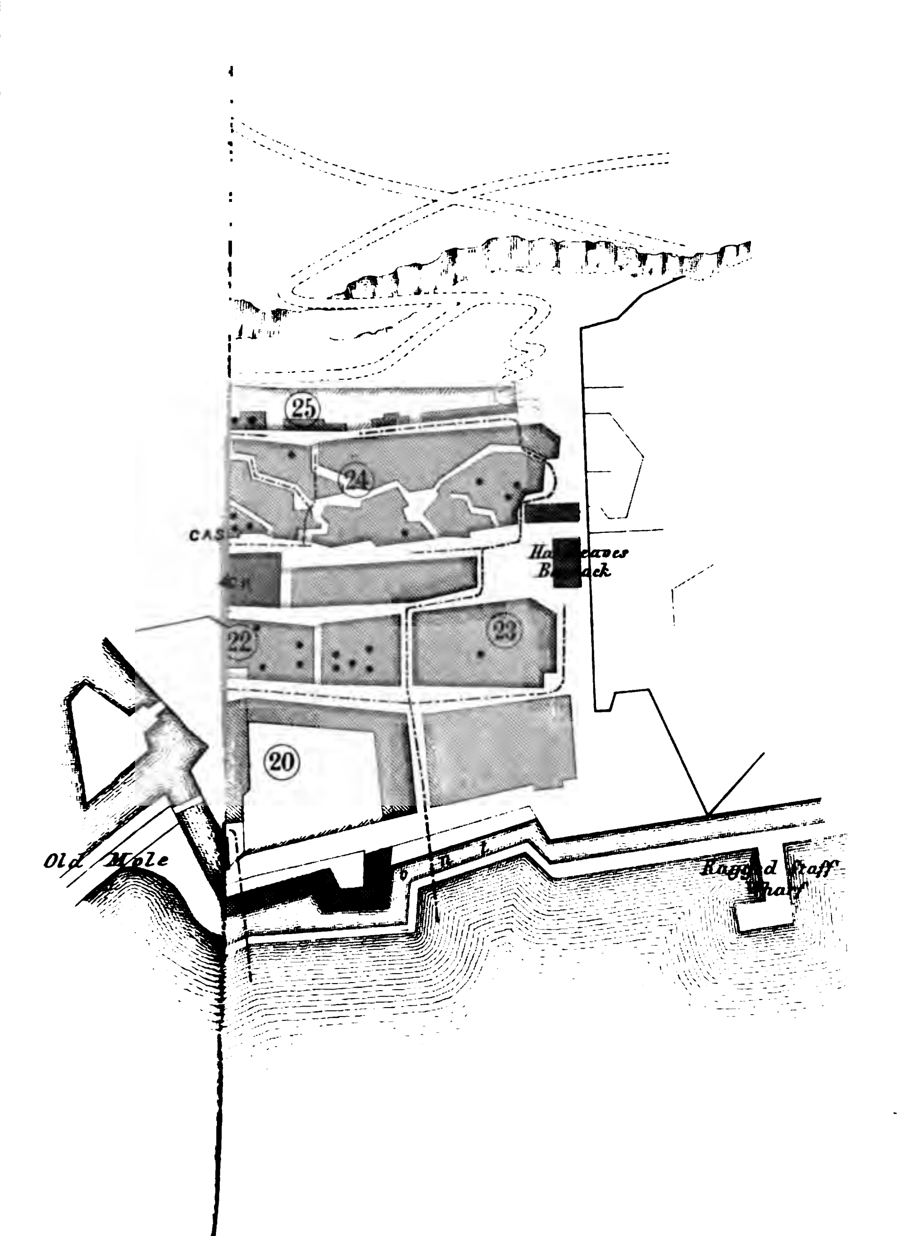
TADT GIBRALTAR

canäle, der Distrikte und Lokalitäten von

der Civilbevölkerung.

Gebäude sind Kasernen. Die Cholera-Todes-

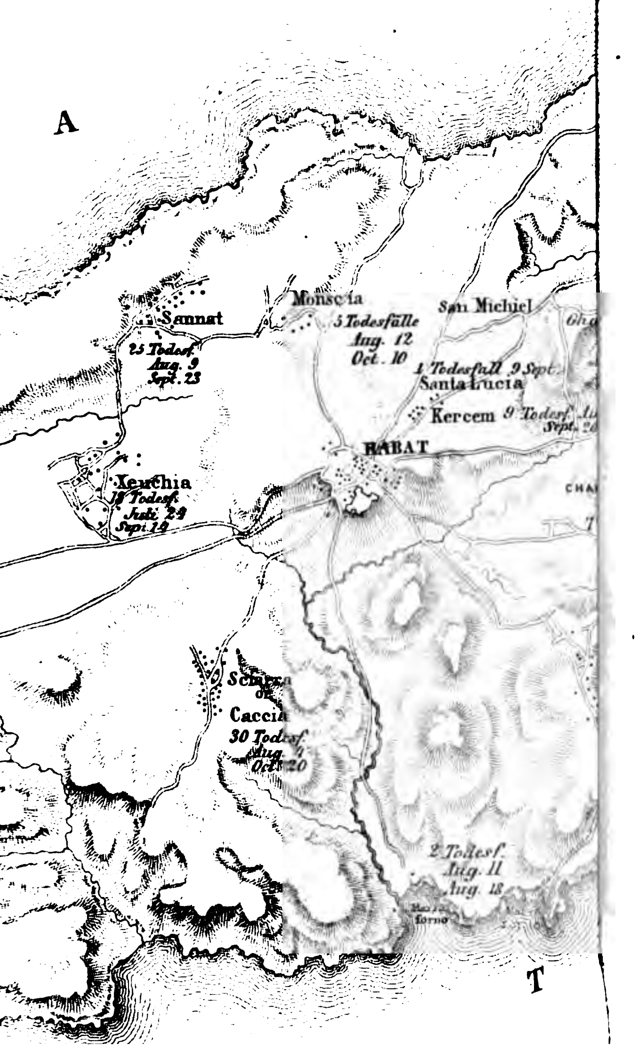
Punkten bezeichnet.

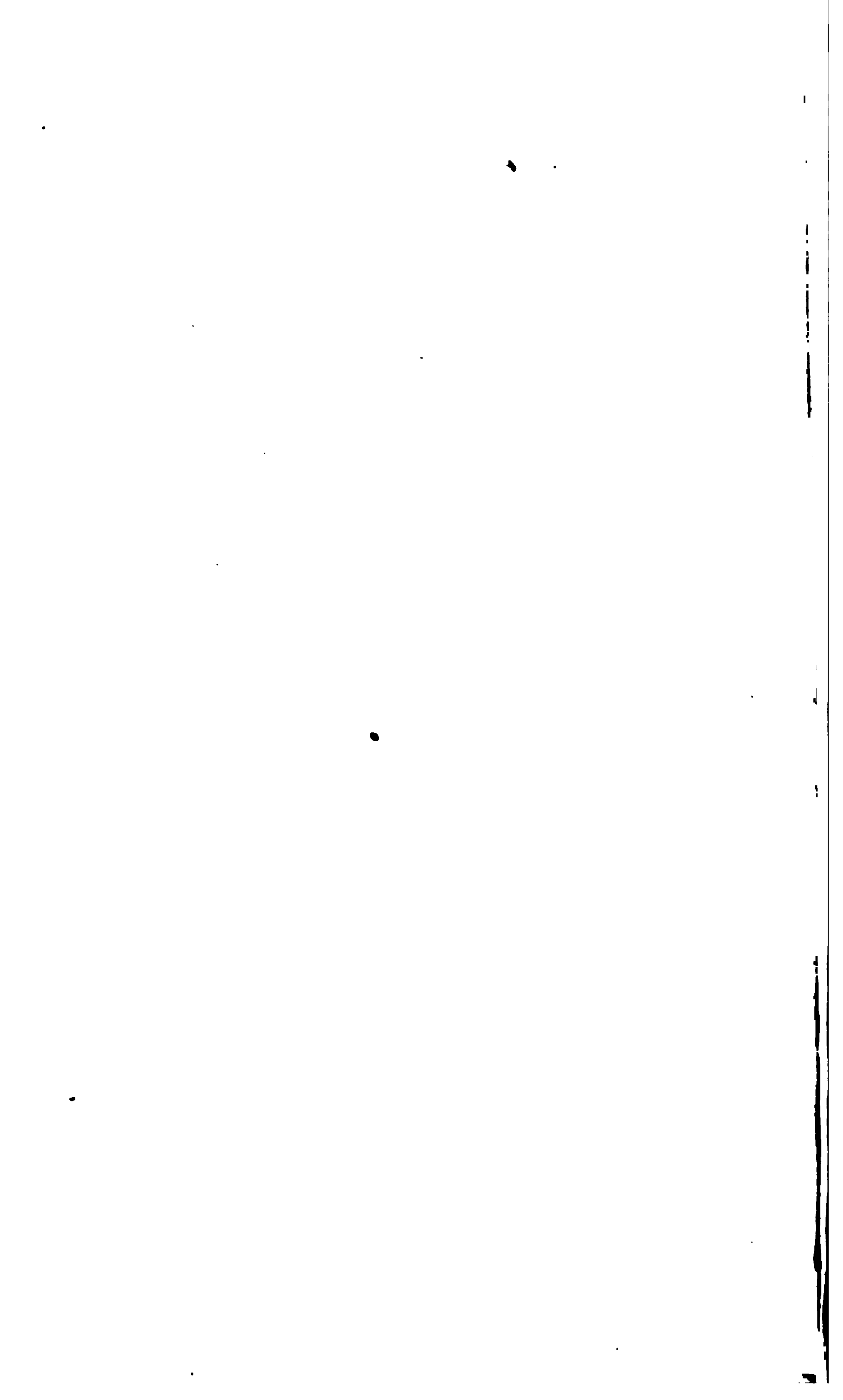




ALTA und GOZO

etzten Falles in einzelnen Ortschaften während

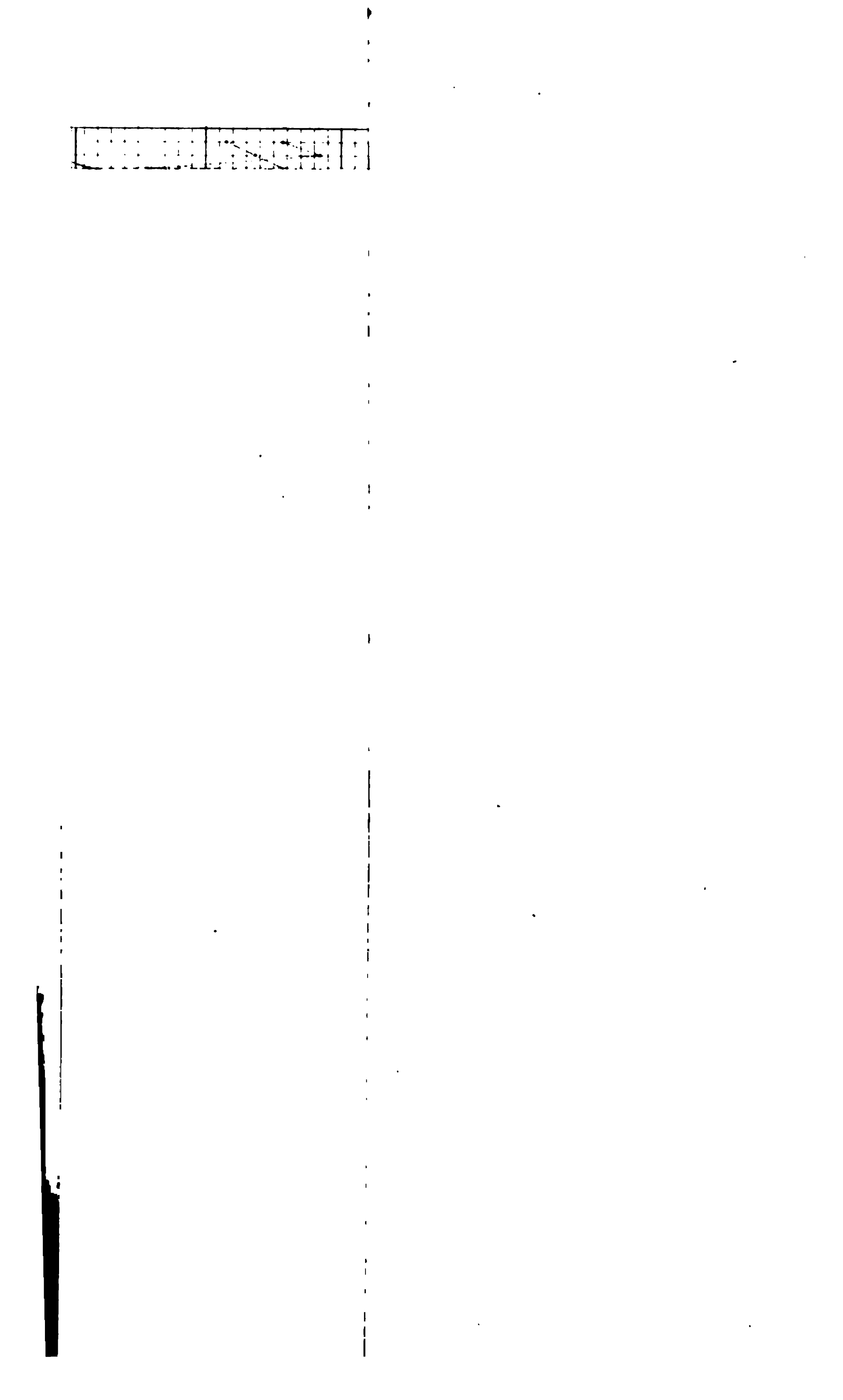


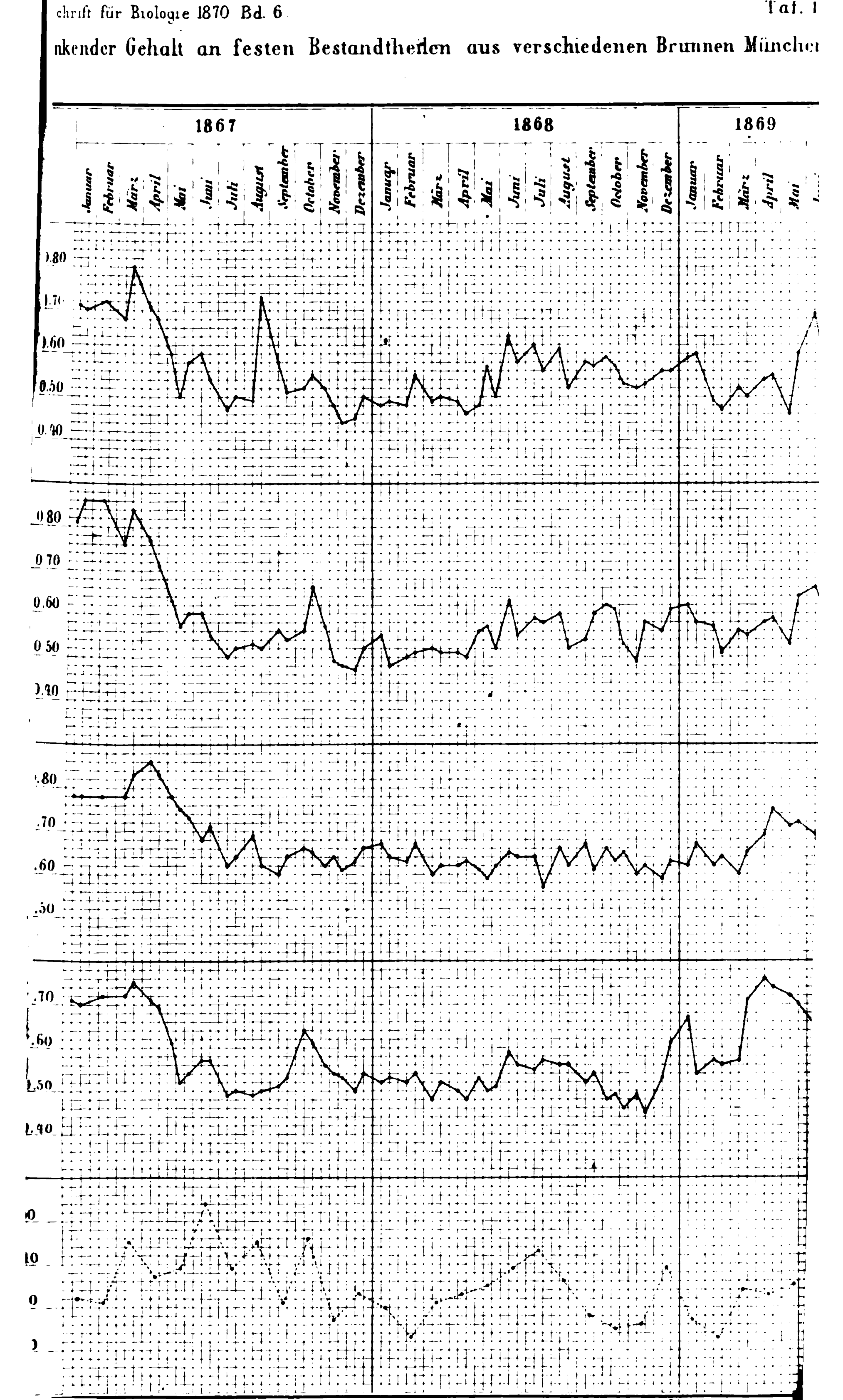


6.0 5.5 1.5 1.0 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0.0 11 Juli








nkender Gehalt an festen Bestandtheilen aus verschiedenen Brunnen Münchens
1867
1868
1869
Januar
Februar
März
April
Mai
Juni
Juli
August
September
October
November
Dezember
.80
.70
.60
.50
.40







